

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2018

Bc. Jan Kubala

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Návrh řídicího systému hydraulického lisu
Design of Control System of Hydraulic
Press

2018

Bc. Jan Kubala

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Kubala**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2612T041 Řídicí a informační systémy
Téma: **Návrh řídicího systému hydraulického lisu**
Design of Control System of Hydraulic Press
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Popis řízené technologie.
2. Funkční analýza systému hydraulického lisu umístěného v rámci balicí linky.
3. Návrh a realizace řídicí aplikace.
4. Návrh a realizace vizualizační aplikace.
5. Testování vytvořených aplikací, ověření funkčnosti hydraulického lisu.
6. Zhodnocení výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC*. 5th edition. Erlangen, Germany: Publicis Publishing, 2013, 284 p. ISBN 978-3895783876.
- [2] BERGER H. *Automating with SIMATIC S7-1500: Configuring, Programming and Testing with STEP 7 Professional*. Hardcover, 2014. ISBN 978-3895784040.
- [3] Technická dokumentace k systému Simatic.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018


doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne 30.4.2018

Podpis



Prohlášení zástupce spolupracující právnické osoby:

*„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9
Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU
Ostrava.“*

ELEKTRONIKA
PASKOV s.r.o.
Zahradní PASKOV

V Paskově 23.4.2018

Ing. Roman Petr – Jednatel firmy

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, doc. Ing. Jiřímu Koziorkovi, Ph.D., za cenné rady a připomínky, které mi pomohly při vypracování. Rád bych poděkoval zaměstnancům firmy Elektroservis Paskov s.r.o., kteří mi v průběhu mé diplomové práce ochotně pomáhali s prací.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem řídicího systému pro hydraulický lis a vytvoření vizualizace na operátorském panelu TP1200 comfort v továrně Lenzing Biocel Paskov, a.s.

Obsahem této práce je dílčí řízení procesu pomocí PLC Simatic S7-300, propojení s pohony a čidly pomocí binárních a analogových signálů, komunikace pomocí sběrnice PROFIBUS mezi ŘS a operátorským panelem. Řídicí algoritmus PLC byl vytvořen v aplikaci TIA Portál V13 firmy Siemens.

Abstract

This diploma thesis deals with the design of the control system for hydraulic press and creating visualization on the operator panel TP1200 comfort in factory Lenzing Biocel Paskov, a.s.

The content of this work is a partial process control with Simatic S7-300, interfacing with sensors and actuators by digital and analog signals, communication by profibus between control system and touch panel. PLC control algorithm was created in TIA Portal V13 firm Siemens.

Klíčová slova

Elektroservis Paskov s.r.o., PLC SIMATIC S7-300, TIA Portál, Profibus, Hydraulický lis, TP1200 Comfort,

Key words

Elektroservis Paskov s.r.o., PLC SIMATIC S7-300, TIA Portal, Profibus, Hydraulic Press, TP1200 Comfort,

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	1
Seznam ilustrací.....	2
Seznam tabulek.....	4
1 Úvod	5
2 Popis řízené technologie	6
2.1 Snímání polohy lisu a balíků	6
2.2 Pohony hydraulického lisu.....	8
2.3 Technologické schéma lisu.....	8
2.4 Hydraulika (Ventilový blok).....	9
2.4.1 Typy ventilů.....	10
2.4.2 Popis jednotlivých ventilů	12
3 Funkční analýza systému hydraulického lisu umístěného v rámci balicí linky	14
3.1 Popis pracovního cyklu lisování	14
3.2 Popis jednotlivých kroků lisování.....	14
3.3 MaR okruhy	18
3.3.1 Měření teploty.....	18
3.3.2 Měření tlaku.....	19
3.3.3 Ovládání ventilu a měření průtoku chladicí vody	20
3.3.4 Měření proudů motorů	23
4 Návrh a realizace řídicí aplikace.....	25
4.1 Popis řídicího systému	25
4.1.1 Zvolená HW konfigurace.....	26
4.1.2 Tabulky vstupů a výstupů	26
4.2 Struktura řídicí aplikace.....	30
4.2.1 FC3 – Komunikace s dopravníkem.....	32
4.2.2 FC10 – Mody hydraulického lisu, podmínka spuštění lisu.....	33
4.2.3 FC20 – Lisovací cyklus	34
4.2.4 FC30 – Alarmy	37
4.2.5 FC43– Motory.....	38
4.2.6 FC44 – Ventily.....	39
4.2.7 FC60 – Chlazení oleje.....	39

4.2.8	FC200, FC201 – Analogy proudy, Analogy tlaky	40
4.2.9	FC210 – Diagnostika	41
5	Návrh a realizace vizualizační aplikace	43
5.1	Komunikace mezi PLC a HMI	43
5.2	Vizualizační aplikace	43
5.3	Hesla	55
5.4	Alarmy	56
6	Testování vytvořených aplikací, ověření funkčnosti hydraulického lisu	57
7	Zhodnocení výsledků	59
8	Literatura	60
9	Seznam příloh	62
A	Příloha 1 – Trendy tlaků a proudů	63
B	Příloha 2 – Trend BQ, BT, BP6, BP7	64
C	Příloha 3 – Trend BP8	65
D	Příloha 4 – Obsah cd	66

Seznam použitých zkratk a symbolů

DI	Digital input	Digitální vstup
DO	Digital output	Digitální výstup
ŘS	Řídicí systém	
PLC	Programmable Logic Controller	Programovatelný automat
HW	Hardware	
SW	Software	
AI	Analog input	Analogové vstupy
MaR	Měření a regulace	
PROFIBUS	Průmyslová komunikační síť	
VN	High voltage	Vysoké napětí
NN	Low voltage	Nízké napětí
DC	Direct Current	Stejnoseměrný proud
AC	Alternating Current	Střídavý proud
CPU	Central Processing Unit	Centrální procesorová jednotka
TIA Portal V13	Programovací software pro PLC	

Seznam ilustrací

1	Obr. 1 3D vizualizace platformy lisu	5
2	Obr. 2 Popis jednotlivých komponent lisu.....	6
3	Obr. 2.1 Koncové snímače spodní polohy	7
4	Obr. 2.1 Fotonky pro detekci balíků	7
5	Obr. 2.3 Technologické schéma platformy lisu	8
6	Obr. 2.4 Ventilový blok	9
7	Obr. 2.4 Rozmístění ventilů na kostce	10
8	Obr. 2.4.1 Dvoucestný ventil	10
9	Obr. 2.4.1 Schéma dvoucestného ventilu.....	11
10	Obr. 2.4.1 Šoupátkový rozvaděč.....	11
11	Obr. 2.4.1 Schéma šoupátkového rozvaděče	12
12	Obr. 3.1.1 Termostat TH 143.....	18
13	Obr. 3.2.2 Senzor tlaku	19
14	Obr. 3.2.2 Schéma zapojení snímače tlaku BP1	20
15	Obr. 3.3.3 Ovládání ventilu a měření průtoku chladicí vody.....	20
16	Obr. 3.3.3 Průtokoměr BQ.....	20
17	Obr. 3.3.3 Schéma zapojení průtokoměru	22
18	Obr. 2.4.1 Otočný servopohon pro kulový kohout	22
19	Obr. 3.3.3 Zapojení průtokoměru	23
20	Obr. 3.3.4 Měřicí transformátor proudu.....	23
21	Obr. 3.3.4 Převodník sineax I538	24
22	Obr. 3.3.4 Zapojení měřicího transformátoru proudu a převodníku ss proudu sineax	24
23	Obr. 4.1 PLC + I/O karty	25
24	Obr. 4.1 Vývojové prostředí tiaportal V13	26
25	Obr. 4.2 Programové prostředí tiaportal	30
26	Obr. 4.2 Struktura programu PLC	31
27	Obr. 4.2.2 Podmínka připraven k akci	33
28	Obr. 4.2.2 Režimy automaticky a ručně	34
29	Obr. 4.2.3 NT9: Krok 6 lisování	35
30	Obr. 4.2.3 NT10: přechod krok 1 >2	36

31	Obr. 4.2.3 NT 11: Lisování.....	36
32	Obr. 4.2.3 NT 12: Lisování ukončeno	37
33	Obr. 4.2.4 Ukázka implementace alarmu.....	37
34	Obr. 4.2.5 Podmínka spuštění pumpy P9.....	38
35	Obr. 4.2.6 Ovládání ventilů Y34.....	39
36	Obr. 4.2.7 Otevření ventilu chladicí vody.....	40
37	Obr. 4.2.8 Funkce scale u snímače BP1.....	41
38	Obr. 4.2.8 Porucha merici smyčky u senzoru tlaku BP1	41
39	Obr. 5.1 Propojení HMI a PLC.....	43
40	Obr. 5.2 Hlavní obrazovka.....	44
41	Obr. 5.2 Poloha lisu	45
42	Obr. 5.2 Přehledové schéma technologie.....	46
43	Obr. 5.2 Měření proudů, tlaků a průtoků	47
44	Obr. 5.2 Ventily	48
45	Obr. 5.2 Stavy ventilů	49
46	Obr. 5.2 Ovládání ventilu chladicí vody	50
47	Obr. 5.2 Vstupy a výstupy	51
48	Obr. 5.2 Nastavení parametrů lisu	52
49	Obr. 5.2 Nastavení parametrů lisu (obrazovka 1)	53
50	Obr. 5.2 Nastavení parametrů lisu (obrazovka 2)	53
51	Obr. 5.2 Trendy.....	54
52	Obr. 5.3 Přihlašovací účty.....	55
53	Obr. 6 Tlačítkový ovládací panel lisu	57
54	Obr. 9.1 Trendy proudů P1, P2, P3, P4, P5, P9	63
55	Obr. 9.1 Trendy tlaků BP1, BP2, BP3, BP4, BP5	63
56	Obr. 9.2 Trendy průtoku chladicí kapaliny BQ a teploty oleje v potrubí BT1	64
57	Obr. 9.2 Trendy dvojic válců BP6, BP7	64
58	Obr. 9.3 Trendy vratných válců BP8	65

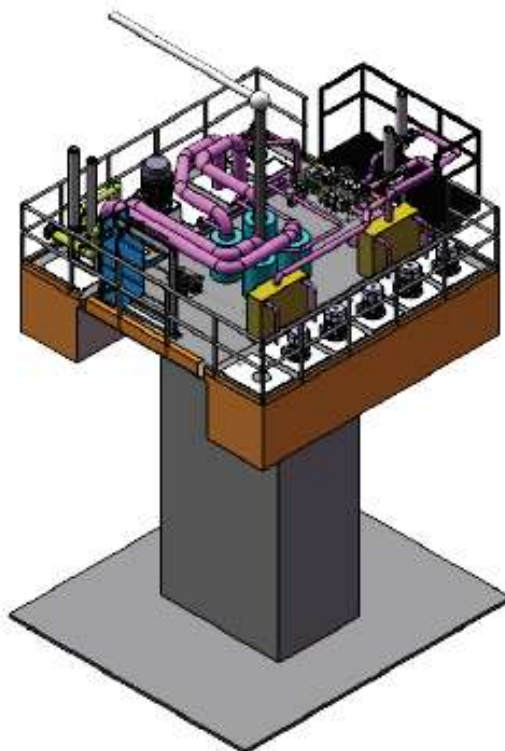
Seznam tabulek

1	Tab. 2.2 Odlehčovací ventily čerpadel	8
2	Tab. 2.4.2 Ventily pro odlehčení čerpadel	12
3	Tab. 2.4.2 Ventily pro pohyb	12
4	Tab. 2.4.2 Ventily pro dekompresi	13
5	Tab. 2.4.2. Ventily pro chlazení	13
6	Tab. 3.2 Krok 1 - předlisování	14
7	Tab. 3.2 Krok 2 - lisování	15
8	Tab. 3.2 Krok 3 – výdrž v tlaku	15
9	Tab. 3.2 Krok 4 – dekomprese 1. stupeň	16
10	Tab. 3.2 Krok 5 – dekomprese 2. stupeň	16
11	Tab. 3.2 Krok 6 – pohyb beranu nahoru rychloposuv	17
12	Tab. 3.2 Krok 7 – Pohyb beranu nahoru pomalu	17
13	Tab. 4.1.1 HW konfigurace	26
14	Tab. 4.1.2 Digitální vstupy	26,27,28
15	Tab. 4.1.2 Digitální výstupy	28,29
16	Tab. 4.1.2 Analogové vstupy	29
17	Tab. 4.2.1 Datablok 1	32
18	Tab. 4.2.1 Datablok 3	32
19	Tab. 4.2.5 Podmínka spuštění pohonů	38
20	Tab. 4.2.8 Rozsah limitů jednotlivých měření	40
21	Tab. 6 Nastavené limity čerpadel	58
22	Tab. 6 Limity tlaků	58
23	Tab. 6 Limity časovačů	58
24	Tab. 6 Limity průtoků, teploty	58

1 Úvod

Obsahem této diplomové práce je návrh a realizace řídicího systému hydraulického lisu. Hydraulický lis funguje nepřetržitě v továrně Biocel Paskov už od počátku výroby buničiny v roce 1983. Řídicí systém lisu je realizován na platformě Simatic S5. Nynější rekonstrukce lisu zahrnuje výměnu veškerých stávajících hydraulických ventilů a pump. Řídicí systém bude nově implementován na platformě Simatic S7 300. Hydraulický lis bude řízen přes HMI panel KTP 1200 Basic DP pomocí sběrnice MPI. Softwarová aplikace pro programovatelný automat bude nově navržena v programovém prostředí Tiaportal V13. Vizualizační aplikace bude navržena v programovém prostředí WinCC V13. Programovatelný automat, vizualizační panel a veškeré softwarové nástroje jsou od firmy Siemens.

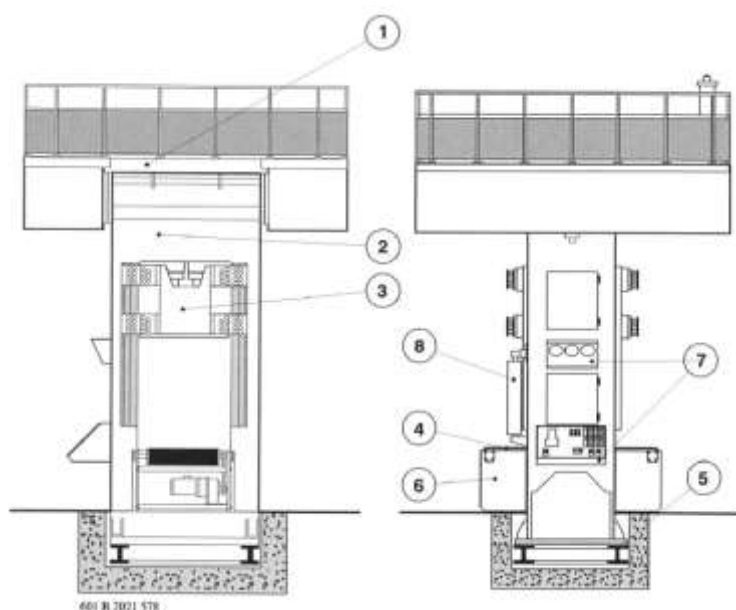
Důvodem využití hydraulického lisu je zefektivnit přepravu celulózových balíků. Hydraulický lis při atmosférickém tlaku v rozmezí 200 až 250 barů slisuje balík cca o třetinu jeho velikosti. Po slisování balíku následuje vázání dráty horizontální a vertikální poloze. Poté se balíky uloží do zakladače, který vytvoří finální balení z osmi balíků. Následně již připravené finální balení odebírá vysokozdvizný vozík z pásu.



Obr. 1 3D vizualizace platformy lisu [1]

2 Popis řízené technologie

Hydraulický lis pracuje s pohyblivým razníkem v rámové konstrukci (stojanu). Na stojanu je také umístěn dopravník, kterým jsou dopravovány balíky celulózy. Na pravé straně lisu je umístěn vizualizační touch panel, který nahradil řídicí panel s tlačítky, signálkami a přepínači. Veškeré pohyblivé části jsou poháněny vysokotlakou hydraulikou. Lis je vybaven plošinou, kde jsou umístěna hnací čerpadla a řídicí ventily. Plošina je umístěna na horní části stojanu přibližně 6,5 m nad zemí. Popis jednotlivých částí je zobrazen na Obr. 2.



Obr. 2 Popis jednotlivých komponent lisu [2]

1	Plošina s hydraulickým zařízením	5	Montážní stojan
2	Rám lisu	6	Výpustná nádrž oleje
3	Lisový razník	7	Řídicí panel (OP)
4	Dopravník	8	Vodící zařízení balíků

2.1 Snímání polohy lisu a balíků

Pro zajištění polohy lisu se používají mechanické a elektrické koncové senzory. Na boční straně lisu se nachází mechanické senzory GS1-A, GS2-A a GS3. Senzor GS1-A určuje horní polohu lisu. Senzor GS2-A slouží pro volný přísun balíku. Koncový snímač GS-3 signalizuje vzdálenost 150 mm před horní polohou.

V popředí lisu se nachází senzory GS1-B a GS5. Senzor GS1-B se používá jako koncový spínač spodní úvrati. Koncový spínač GS5 signalizuje spodní mez přjetí všech ochran. Pokud dojde k aktivaci čidla, automaticky se vyřadí zdroj elektrické energie.



Obr. 2.1 Koncové snímače spodní polohy

Snímání pozice balíku je realizováno pomocí pěti fotonek. Fotonky jsou umístěny po pravé straně lisu na modré vodící liště několik centimetrů nad pásem lisu. Balík se dostane do správné polohy, pokud není zacloněna prostřední fotonka UC1 (Balík pod lisem).



Obr. 2.1 Fotonky pro detekci balíků

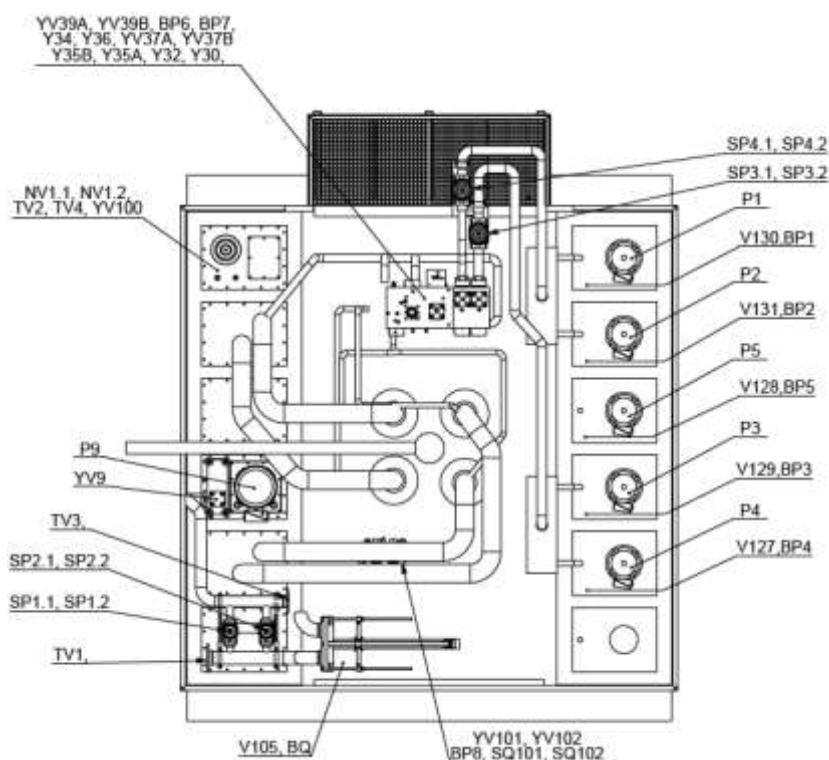
2.2 Pohony hydraulického lisu

Nucený oběh hydraulického oleje zajišťuje pohon P9 o výkonu 22 kW, který je spuštěn nepřetržitě. Pohyb lisovacího beranu zajišťuje pětice pohonů o výkonu 55 kW P1 až P5. Počet spuštěných čerpadel se odvíjí od pokynů obsluhy a jednotlivých kroků lisování. Při lisování musí být spuštěna všechna čerpadla P1 až P5. Pro pohyb beranu nahoru musí být spuštěna libovolná dvě čerpadla. Při dekompresi 1 čerpadlo. Každé čerpadlo má svůj vlastní odlehčovací ventil viz. Tabulka 2.2.

Čerpadlo	Ventil
P1	V130
P2	V121
P3	V129
P4	V127
P5	V127
P9	YV9

Tab. 2.2 Odlehčovací ventily čerpadel

2.3 Technologické schéma lisu



Obr. 2.3 Technologické schéma platformy lisu [1]

Obr. 2.3 zobrazuje technologické rozmístění komponentů na platformě lisu. Nádrž na hydraulický olej je umístěna pod platformou. Pro měření teploty jsou využívány termostaty TV1 až TV4. Termostat TV1 je havarijní termostat, který při dosažení teploty 65 °C vypne všechny pohony. Pokud termostat TV2 dosáhne teploty oleje větší než 15 °C, je možné spustit pumpu P1 až P5. Termostat TV3 při dosažení teploty 45 °C zapíná chladicí vodu (ventil V105). Při teplotě větší než 60 °C TV4 vypne pumpu P1 až P5.

Senzor hladiny NV1.1 vyhodnocuje nízkou hladinu oleje a NV1.2 minimální hladinu oleje. Ventil V105 je určen pro chlazení a umožňuje postupné otevírání a zavírání ventilu chladicí vody. Otevírání nebo zavírání trvá přibližně 60 s. Za ventilem je umístěn hliníkový chladič, který ochlazuje vodu v chladicím okruhu. Průtok chladicí vody se vyhodnocuje pomocí senzoru BQ. Filtrace oleje se řeší pomocí vložek, které obsahují senzory zanesení SP. Vyhodnocuje se zanesení vložek z 100 % a 75 %. Snímání tlaku je realizováno pomocí senzorů BP1-8.

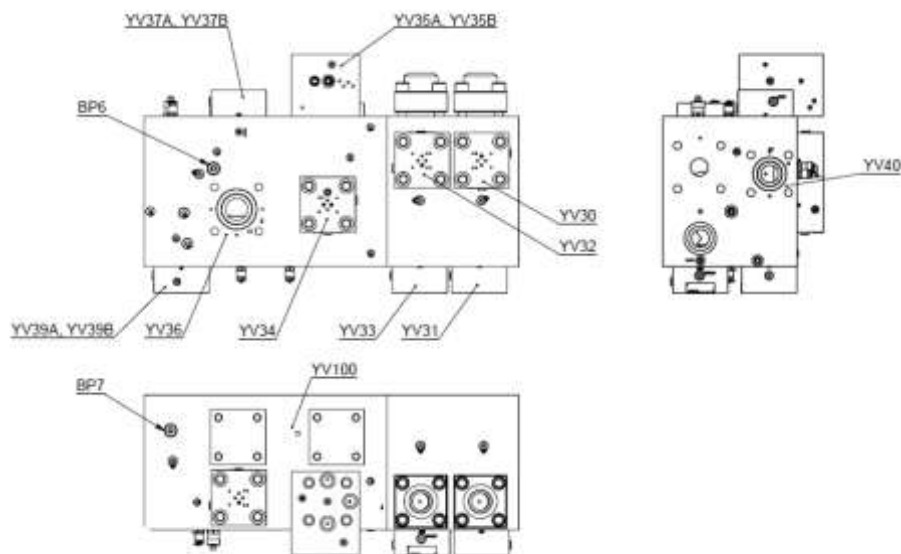
2.4 Hydraulika (Ventilový blok)

Všechny ventily, které řídí tok oleje mezi čerpadly a válci lisu, jsou namontovány ve ventilovém bloku. Ventily jsou rozděleny do skupin, každá skupina má své specifické funkce v pracovním cyklu lisu. Veškeré ventily umístěné na lisu jsou napájeny napětím 24 VDC.



Obr. 2.4 Ventilový blok

Pro pohyb se používají dvě tlakové větve P7 a P8. Tlaková větev P7 využívá čerpadla P1 a P2. Tlaková větev P8 využívá čerpadla P3 a P4. Čerpadlo P5 je možné přepnout k oběma větvím.



Obr. 2.4 Rozmístění ventilů na kostce [1]

2.4.1 Typy ventilů

Dvoucestné ventily

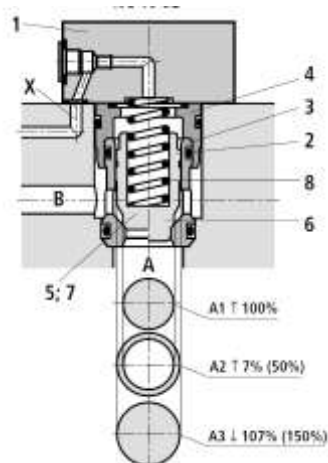
Dvoucestné vestavné logické ventily pracují v závislosti na tlaku. Na základě toho jsou u těchto ventilů rozlišovány tři důležité plochy, na něž působí tlak: A1, A2, A3. Plocha A1 na sedlovém ventilu je považována jako 100 %. Osazením vzniklá plocha A2 má dle provedení hodnotu 7% nebo 50% plochy A1. Plocha A3 se pak rovná součtu ploch A1+ A2.

Plochy A1 a A2 působí ve směru pro otevírání. Plocha A3 a síla pružiny působí ve směru zavírání ventilu. Směr působení výsledné síly rezultující ze sil pro otevírání a zavírání ventilu, určuje pracovní polohu 2-cestného vestavného logického ventilu. Pracovní kapalina pak může proudit v těchto 2-cestných logických ventilech z větve A do větve B nebo z větve B do A. [7]



Obr. 2.4.1 Dvoucestný ventil [7]

Dvoucestné logické vestavné ventily se skládají z řídicího víka (1) a z patrony (2). V řídicím víku jsou navrtány otvory pro řídicí větve a v souvislosti s celkovou funkcí je na víku umístěn střídací ventil. Patrona se skládá z pouzdra (3), nakružku (4), kuželky (5), závěrné pružiny (8). [7]



Obr. 2.4.1 Schéma dvoucestného ventilu [7]

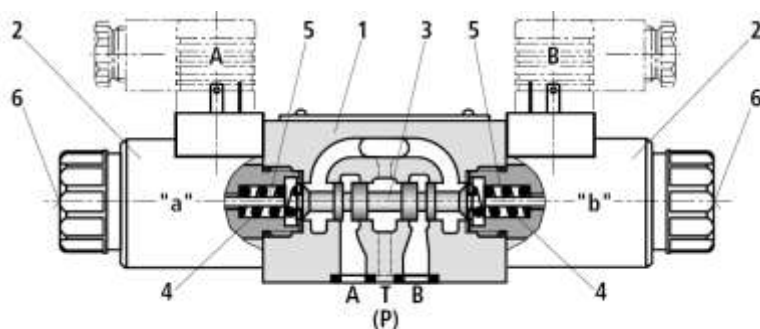
Šoupátkové rozváděče

Rozváděče typu WE jsou magnetem ovládané šoupátkové rozváděče, které řídí směr a hrazení průtoku.



Obr. 2.4.1 Šoupátkový rozvaděč [8]

Rozváděče se skládají z tělesa (1), jednoho nebo dvou magnetů (2), řídicího šoupátka (3) a jedné nebo dvou vratných pružin (4). V klidovém stavu je řídicí šoupátko (3) s pomocí vratných pružin (4) udržováno ve středové nebo výchozí poloze (kromě impulsního přesuvného ventilu). Činnost řídicího šoupátka (3) umožňují v oleji spínané magnety (2). Pro bezporuchovou funkci je třeba dbát na to, aby tlakový prostor magnetů byl naplněn olejem. [8]



Obr. 2.4.1 Schéma šoupátkového rozvaděče [8]

Síla magnetu (2) působí na zdvihátko (5) na řídicím šoupátku (3) a posune ho z klidové polohy do požadované koncové polohy. Tím se uvolní směr průtoku z P do A a z B do T nebo z P do B a z A do T. Po dobuzení magnetu (2) se řídicí šoupátko (3) přesune pomocí vratných pružin (4) zpět do klidové polohy. [8]

2.4.2 Popis jednotlivých ventilů

Ventily pro odlehčení čerpadel

Ventily	Popis
V130	Ventil pro odlehčení čerpadla P1
V131	Ventil pro odlehčení čerpadla P2
V129	Ventil pro odlehčení čerpadla P3
V127	Ventil pro odlehčení čerpadla P4
V128	Ventil pro odlehčení čerpadla P5
YV9	Ventil pro odlehčení čerpadla P9

Tab. 2.4.2 Ventily pro odlehčení čerpadel

Ventily pro pohyb

Ventily	Popis
Y30	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P7)
Y32	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P8)
Y34	Ventil zpětného chodu
Y35A	Odlehčení tlaku z válců zpětného zdvihu (pohyb dolů)
Y35B	Pomalý zpětný chod (pohyb nahoru)
Y36	Při sepnutí se tlak od čerpadel dostává na lisovací válce (lisování)
Y100	Ventil pro ovládání plnicích ventilů
Y101	Ovládání zpětného zdvihu
Y102	Ovládání zpětného zdvihu

Tab. 2.4.2 Ventily pro pohyb

Ventily pro dekompresi

Ventily	Popis
Y37A, Y39A	Ventily pro dekompresi z vyšších tlaků
Y37B, Y39B	Ventily pro dekompresi z nižších tlaků
Y100	Ventil pro ovládání plnicích ventilů
Y101	Ovládání zpětného zdvihu
Y102	Ovládání zpětného zdvihu

Tab. 2.4.2 Ventily pro dekompresi

Ventily pro chlazení

Ventily	Popis
V105	Ventil pro postupné otevírání a zavírání chladicí vody

Tab. 2.4.2 Ventily pro chlazení

3 Funkční analýza systému hydraulického lisu umístěného v rámci balící linky

3.1 Popis pracovního cyklu lisování

Cyklus je rozdělen do těchto bodů:

Krok 0. – zajištění beranu do výchozí polohy

Krok 1. – pohyb směrem dolů – předlisování

Krok 2. – lisování

Krok 3. – výdrž v tlaku

Krok 4. – dekomprese 1. Stupeň

Krok 5. – dekomprese 2. Stupeň

Krok 6. – pohyb beranu nahoru rychloposuv

Krok 7. – Pohyb beranu nahoru pomalý posuv

Krok 8. – Pohyb pásu, odvoz stlačeného balíku a dovezení nového nestlačeného

Následuje:

Krok 0. - zajištění beranu do výchozí polohy

Pokud se nenachází beran v základní poloze je do ní dopraven a to stejně, jako v Kroku 7.

3.2 Popis jednotlivých kroků lisování

Před zahájením lisování musí být splněny následující požadavky:

- Beran lisu v horní poloze (koncový snímač GS-1A)
- Balík pod lisem (UC-1)
- Ventily jsou bez napětí.

Krok 1. – Pohyb směrem dolů – předlisování

Jsou sepnuty tyto ventily:

Y30	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P7)
Y32	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P8)
Y35A	Odlehčení tlaku z válců zpětného zdvihu (pohyb dolů)
Y36	Při sepnutí se tlak od čerpadel dostává na lisovací válce (lisování)
Y37A	Ventily pro dekompresi z vyšších tlaků
Y39A	Ventily pro dekompresi z vyšších tlaků
Y101	Ovládání zpětného zdvihu
Y102	Ovládání zpětného zdvihu

Tab. 3.2 Krok 1 -předlisování

Podle požadované rychlosti lisování se volí počet použitých čerpadel. Beran lisu opouští horní polohu a jede směrem dolů. Následně dosedne na balík, který začne stlačovat. Se stlačováním začne narůstat tlak na první dvojici hydraulických válců (senzor tlaku **BP6**), do druhé dvojice hydraulických válců se olej přisává přes plnicí ventily. Takto to funguje až do chvíle, kdy je dosaženo nastaveného tlaku na ventilu **V40** (rozmezí cca 70 až 90 bar). Následuje další krok, pokud dojde k vyrovnání tlaků na čidlech **BP6** a **BP7** (rozdíl musí být menší než 15 bar).

Krok 2. – lisování

Jsou sepnuty tyto ventily:

Y30	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P7)
Y32	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P8)
Y35A	Odlehčení tlaku z válců zpětného zdvihu (pohyb dolů)
Y36	Při sepnutí se tlak od čerpadel dostává na lisovací válce (lisování)
Y37A	Ventily pro dekompresi z vyšších tlaků
Y39A	Ventily pro dekompresi z vyšších tlaků
Y101	Ovládání zpětného zdvihu
Y102	Ovládání zpětného zdvihu

Tab. 3.2 Krok 2 -lisování

Podle požadované rychlosti lisování se volí počet použitých čerpadel. Po otevření ventilu **V40** se olej přivádí do všech 4 hydraulických válců. Pohyb beranu směrem dolů se zpomalí na polovinu. Lisovací tlak se naměří na snímačích tlaku **BP6** a **BP7**. Krok lisování končí dosažením požadovaného tlaku na čidlech **BP6** a **BP7** nebo dosažení požadované výšky balíku (koncový snímač **GS-1B**). Tlaky na snímačích **BP6** a **BP7** se nesmí lišit o více než **15 bar**. Pro ukončení lisování stačí dosažení tlaku (200 až 250 bar) na jednom ze snímačů **BP6** nebo **BP7**.

Krok 3. – výdrž v tlaku

Jsou sepnuty tyto ventily:

Y35A	Odlehčení tlaku z válců zpětného zdvihu (pohyb dolů)
Y37A	Ventily pro dekompresi z vyšších tlaků
Y39A	Ventily pro dekompresi z vyšších tlaků
Y101	Ovládání zpětného zdvihu
Y102	Ovládání zpětného zdvihu

Tab. 3.2 Krok 3 -výdrž v tlaku

Čerpadla jsou v této fázi odlehčena. Tlak na snímačích **BP6** a **BP7** je stejný. Po uplynutí nastaveného času následuje další krok.

Krok 4. – dekomprese 1. Stupeň

Jsou sepnuty tyto ventily:

Y30	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P7)
Y32	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P8)
Y34	Ventil zpětného chodu
Y35A	Odlehčení tlaku z válců zpětného zdvihu (pohyb dolů)
Y101	Ovládání zpětného zdvihu
Y102	Ovládání zpětného zdvihu

Tab. 3.2 Krok 4 -dekomprese 1.stupeň

V tomto kroku dodává olej pouze jedno čerpadlo. Pokud je to čerpadlo **P1**, musí se sepnout ventily **V130 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P2**, musí být sepnuty ventily **V131 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P3**, musí být sepnuty ventily **V129 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P4**, musí být sepnuty ventily **V127 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P5**, musí být sepnuty ventily **V128, Y30 a Y32**. Odlehčení probíhá na jednotlivých ventilech čerpadel V127 – V130.

Při dekompresi klesá tlak na tlakových snímačích **BP6 a BP7**. Tento krok přechází v další při poklesu tlaku pod hodnotu **70 bar** na snímačích **BP6 a BP7**. Rozdíl mezi tlaky **BP6 a BP7** nesmí být větší než **15 bar**.

Krok 5. – dekomprese 2. Stupeň

Jsou sepnuty tyto ventily:

Y30	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P7)
Y32	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P8)
Y34	Ventil zpětného chodu
Y35A	Odlehčení tlaku z válců zpětného zdvihu (pohyb dolů)
Y37B	Ventily pro dekompresi z nižších tlaků
Y39B	Ventily pro dekompresi z nižších tlaků
Y101	Ovládání zpětného zdvihu
Y102	Ovládání zpětného zdvihu

Tab. 3.2 Krok 5 -dekomprese 2.stupeň

V tomto kroku dodává olej pouze jedno čerpadlo. Pokud je to čerpadlo **P1**, musí být sepnuty ventily **V130 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P2**, musí být sepnuty ventily **V131 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P3**, musí být sepnuty ventily **V129 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P4**, musí být sepnuty ventily **V127 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P5**, musí být sepnuty ventily **V128, Y30 a Y32**. Odlehčení probíhá na jednotlivých ventilech V127 – V130.

Při dekompresi klesá tlak na plunžrech na tlakových snímačích **BP6** a **BP7**. Následuje další krok, pokud na snímačích BP6 a BP7 poklesne tlak pod hodnotu 10 bar. Rozdíl mezi tlaky **BP6** a **BP7** by neměl být větší než **10 bar**.

Krok 6. – pohyb beranu nahoru rychloposuv

Jsou sepnuty tyto ventily:

Y30	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P7)
Y32	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P8)
Y34	Ventil zpětného chodu
Y37B	Ventily pro dekompresi z nižších tlaků
Y39B	Ventily pro dekompresi z nižších tlaků
Y100	Ventil pro ovládání plnicích ventilů

Tab. 3.2 Krok 6 -pohyb beranu nahoru rychloposuv

V tomto kroku dodávají olej dvě čerpadla. Pokud je to čerpadlo **P1**, musí být sepnuty ventily **V130 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P2**, musí být sepnuty ventily **V131 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P3**, musí být sepnuty ventily **V129 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P4**, musí být sepnuty ventily **V127 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P5**, musí být sepnuty ventily **V128, Y30 a Y32**. Odlehčení probíhá na jednotlivých ventilech čerpadel V127 – V130. Tento krok končí dosažením pozice **GS-3**.

Krok 7. – Pohyb beranu nahoru pomalý posuv

Jsou sepnuty tyto ventily:

Y30	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P7)
Y32	Napájecí ventil (odlehčení tlakové větve P8)
Y34	Ventil zpětného chodu
Y35B	Pomalý zpětný chod (pohyb nahoru)
Y37B	Ventily pro dekompresi z nižších tlaků
Y39B	Ventily pro dekompresi z nižších tlaků
Y100	Ventil pro ovládání plnicích ventilů

Tab. 3.2 Krok 7 -Pohyb beranu nahoru pomalu

V tomto kroku dodává olej pouze jedno čerpadlo. Pokud je to čerpadlo **P1**, musí být sepnuty ventily **V130 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P2**, musí být sepnuty ventily **V131 a Y32**. Pokud je to čerpadlo **P3**, musí být sepnuty ventily **V129 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P4**, musí být sepnuty ventily **V127 a Y30**. Pokud je to čerpadlo **P5**, musí být sepnuty ventily **V128, Y30 a Y32**. Odlehčení probíhá na jednotlivých ventilech čerpadel V127 – V130. Tento krok končí dosažením pozice **GS-1A**.

Krok 8. – Pohyb pásu, odvoz stlačeného balíku a dovezení nového nestlačeného

Dopravníkový pás pod lisem odveze stlačený balík a současně přiveze nový nestlačený od váhy. Následně balík dojede pod lis, kde je jeho poloha ověřena fotonkami. Pokračuje další cyklus.

3.3 MaR okruhy

Systém MaR umožňuje sběr dat z procesních čidel technologie (např. teploty, průtok vzduchu, hladinoměry síla, binární stavy aj.). Technologická data jsou zpracována v řídicím systému, který prostřednictvím akčních zásahů může ovlivňovat technologii. Pro sledování fyzikálních parametrů jsou instalována čidla tlaku, teploty a průtoků. Obvody těchto čidel jsou zavedeny jako vstupy do řídicího systému simatic S7-300. Jako výstupní signál pro danou technologii ze snímačů je použita analogová proudová smyčka 4-20 mA nebo binární vstupy v hladině 24V DC. Všechny senzory jsou kalibrovány na jednotky SI soustavy.

3.3.1 Měření teploty

Měření teploty je realizováno pouze na čerpadle P9 pomocí PTC termistorů. Slouží k ideálnímu vyhodnocení teploty (teplotní gradient) motorů v závislosti na odběru proudu. Tímto je zabezpečena ideální ochrana motorů proti přehřátí.

Termostat Metra řady TH 143

Termostat slouží ke spínání střídavých elektrických obvodů. Při montáži nesmí být stonek mechanicky namáhán a musí být uložen tak, aby mohl volně dilatovat.



Obr. 3.3.1 Termostat TH 143 [9]

Termostat řady TH140 je teplotně závislý jednopólový spínač, konstruovaný pro regulaci teplot v kapalném prostředí. Je vhodný pro regulaci teplot oleje. Základem termostatů je spolehlivý mechanický systém, který nemá žádnou vlastní spotřebu. Termostaty se vyznačují vysokou odolností proti mechanickému poškození a nízkými náklady na provoz či údržbu. [9]

Regulační rozsah: +20 – 140 °C

Diference spínací teploty: 1 – 4 °C

Přesnost nastavení: +/-10% z regulačního rozsahu

Krytí: IP 44

3.3.2 Měření tlaku

K měření tlaku jsou v rámci projektu použity binární senzory (manostaty, spínače). Pro kontinuální měření tlaku jsou použity čidla tlaku s analogovým výstupem 4-20mA.

Snímač tlaku PT5400

Tlakové senzory řady PT spolehlivě detekují systémový tlak ve strojích, zařízeních a hydraulických zařízeních v průmyslových a mobilních aplikacích. Převodníky nemají žádné těsnění a mohou být použity také s plyny. Kompaktní pouzdro zaručuje flexibilní integraci dokonce i v omezeném prostoru. Robustní senzory nabízejí vysokou odolnost proti vibracím a zajišťují provoz bez opotřebení v průběhu milionů spínacích cyklů. Vysoká opakovatelnost měření a minimální chybovost naměřených analogových hodnot zaručuje dlouhodobou stabilitu. Senzory poskytují vynikající dynamiku měření s velmi krátkou dobou odezvy pro okamžitou reakci na rychlé změny tlaku. [10]



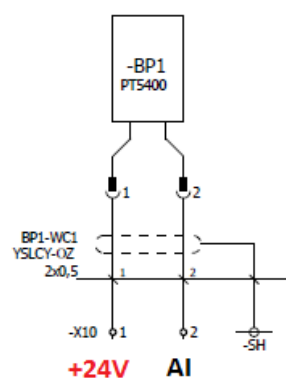
Obr. 3.3.2 Senzor tlaku [10]

Analogový výstup: 4..20 mA

Měřicí rozsah: 0...400 bar

Elektrické provedení: 24VDC

Schéma zapojení:



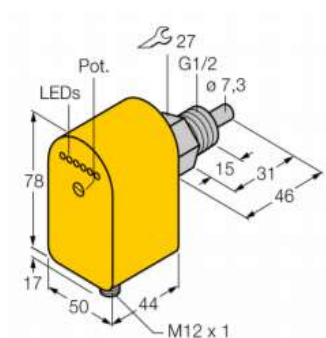
Obr. 3.3.2 Schéma zapojení snímače tlaku BP1

3.3.3 Ovládání ventilu a měření průtoku chladicí vody



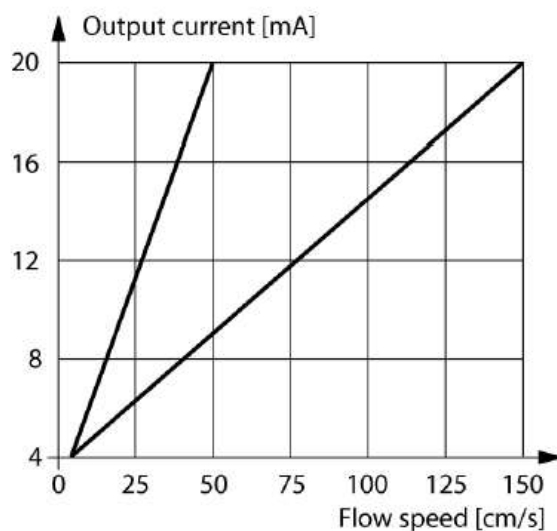
Obr. 3.3.3 Ovládání ventilu a měření průtoku chladicí vody

Senzor průtoku:



Obr. 3.3.3 Průtokoměr [11]

Snímače průtoku pracují na termodynamickém principu. Měřicí element je ohříván o několik °C vůči snímanému médiu. Médium, které protéká okolo snímacího elementu, ho ochlazuje. Teplota elementu se následně porovnává s teplotou média. Ze zjištěného rozdílu teplot je možné pro každé médium vypočítat velikost průtoku. Hlídače průtoku společnosti TURCK spolehlivě a bez opotřebení hlídají proudění kapalných a plyných médií. [11]



Obr. 3.3.3 Závislost proudění vody na výstupní proudové smyčce senzoru [11]

Provedení: ponorný senzor

Pracovní rozsah vody: 5...150cm/s

Napájecí napětí: 24 VDC

Proudový výstup: 4...20 mA

Stupeň krytí: IP65

Indikace průtoku sloupec LED, 1x červená, 5x zelená

LED červená = 4 mA

1x zelená > 4 mA

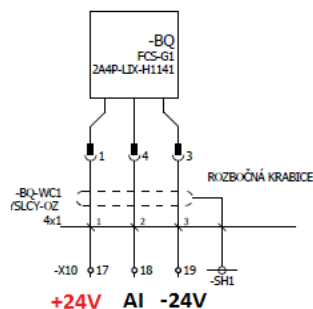
2x zelená > 8 mA

3x zelená > 12 mA

4x zelená > 16 mA

5x zelená = 20 mA

Schéma zapojení:



Obr. 3.3.3 Schéma zapojení průtokoměru

Ovládání ventilu chladicí vody:

Pohon je ovládán normovým řídicím signálem DC 0 ... 10 V a jede do polohy zadané řídicím signálem. Měřicí napětí U slouží k elektrickému znázornění pracovní polohy 0 ... 100%. Montážní poloha vzhledem ke kulovému kohoutu volitelná v krocích po 90°. Pohon je jištěn proti přetížení, nepotřebuje žádné koncové dorazy a zůstává automaticky stát na dorazu. [6]



Obr. 3.3.3 Otočný servopohon pro kulový kohout [6]

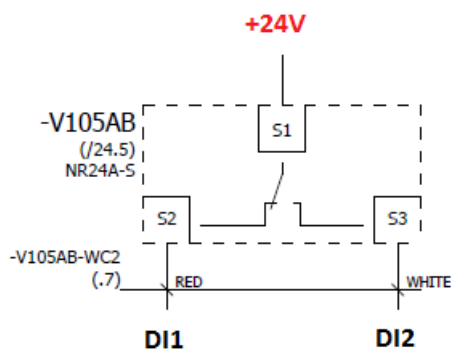
Otočný pohon pro 3cestné regulační kulové kohouty

Krouticí moment: 10 Nm

Napájecí napětí: DC 24 V

Ovládání: 3bodové

Schéma zapojení:



Obr. 3.3.4 Schéma zapojení průtokoměru

3.3.4 Měření proudů motorů

Pro měření proudů motorů se vloží do silové části obvodu měřicí transformátor proudu. Výstup z MTP se spojil s převodníkem střídavého proudu SINEAX I538. Tím se docílí převedení proudu z rozsahu 0 až 1 A na proudový rozsah 4 až 20 mA. Následně tento signál se přivádí na vstupní karty PLC. Hlavním důvodem použití je možnost sledovat přetěžování pohonu. [12]

Měřicí transformátor proudu ASK21.3 100/1 A 2,5VA



Obr. 3.3.4 Měřicí transformátor proudu v násuvném provedení [12]

Primární jmenovitý proud: 100 A

Sekundární proud: 1A

Jmenovitý výkon: 2,5 VA

Třída přesnosti: 0.5

Převodník střídavého proudu Sineax I538:



Obr. 3.3.4 Převodník Sineax I538 [13]

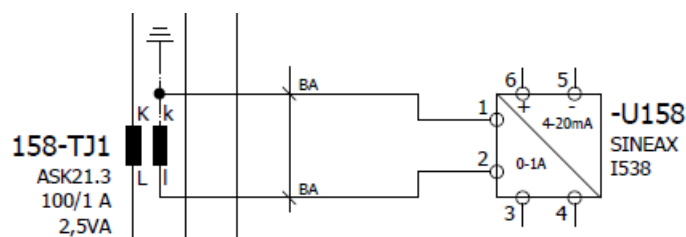
Převodník SINEAX I 538 převádí sinusový střídavý proud na vnucený stejnosměrný proud. Měří střední hodnotu proudu. Výstupní signál je přímo úměrný měřené hodnotě a slouží k zobrazování, registraci, sledování a/nebo regulaci.

Převodník splňuje nejdůležitější požadavky a předpisy ohledně elektromagnetické kompatibility a bezpečnosti (IEC 1010 příp. EN 61 010). Je vyvinut, vyroben a přezkoušen podle normy ISO 9001. Převodník se skládá z měniče, usměrňovače a zesilovače. Měřená veličina je měničem galvanicky oddělena od elektroniky a v následující usměrňovací jednotce usměrněna a vyhlazena. Zesilovač, jehož napájení je odvozeno z měřeného signálu, převádí měřenou veličinu na výstupní vnucený stejnosměrný signál. [13]

Měřicí rozsah: 0-1 A

Výstupní signál: 4-20 mA

Schéma zapojení:



Obr. 3.3.4 Zapojení měřicího transformátoru proudu a převodníku ss proudu Sineax

4 Návrh a realizace řídicí aplikace

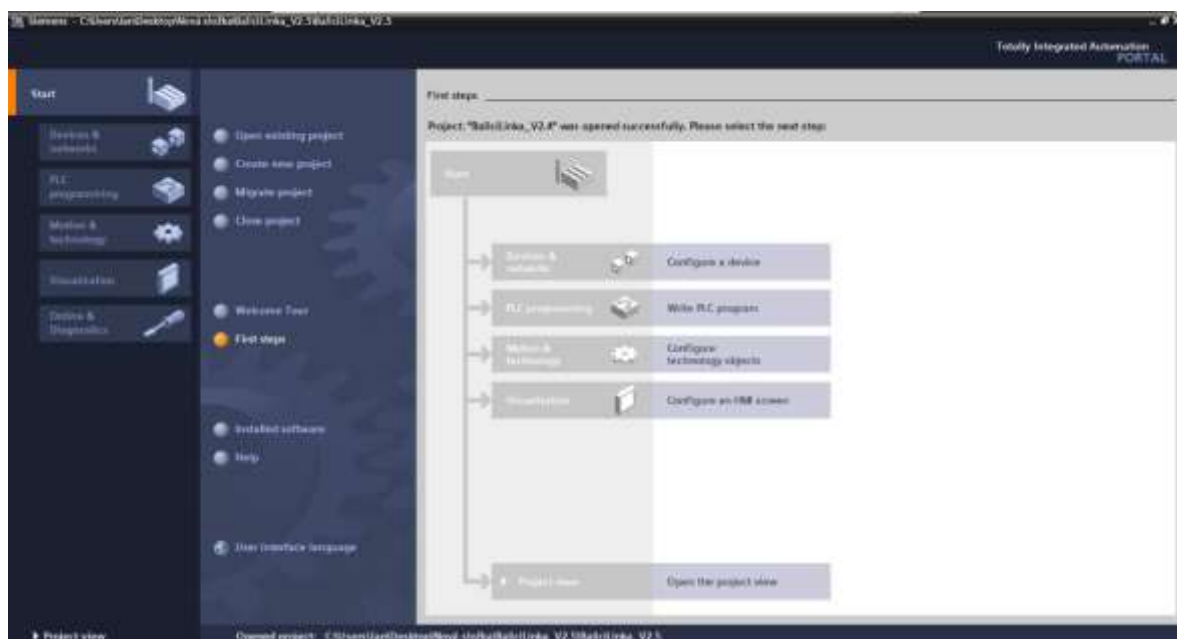
Podle požadavků zákazníka byl jako řídicí systém zvolen průmyslový automat od firmy Siemens. V celé továrně se vyskytují výhradně PLC řady S7-300 od firmy Siemens z důvodů využívání jednotných náhradních dílů. Programovatelný automat Simatic S7-300 obsahuje procesor CPU315-2DP a disponuje rozhraním 2 DP (2 x profibus). Dále je rozšířen o analogové vstupy, binární vstupy a binární výstupy.

4.1 Popis řídicího systému



Obr. 4.1 PLC + I/O karty

Průmyslový řídicí systém SIMATIC S7-300 je nejprodávanějším řídicím systémem z široké nabídky firmy Siemens. Převážně pro realizaci rozmanitých automatizačních úloh středního rozsahu. Poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii. Jako každé jiné PLC disponuje obsáhlou řadou samotných centrálních procesorových jednotek (dále jen CPU), lišících se výkonem, osazením, počtem a druhem portů pro připojení dalších zařízení. Každé CPU lze rozšiřovat o další moduly digitálních vstupů, výstupů, analogových signálů, speciálních modulů a komunikačních rozhraní. Každé PLC SIMATIC má v sobě základní komunikační port označený MPI pro spojení s programovacím zařízením, který není kompatibilní s žádnou komunikací typu RS 232/422/485. K vytváření PLC programu využíváme programový nástroj Tiaportal V13 SP2 od firmy Siemens. [5]



Obr. 4.1 Vývojové prostředí Tiaportal V13

4.1.1 Zvolená HW konfigurace

Název (Slot)	Typ	Typové číslo
Zdroj (0)	PS307	6ES7307-1EA01-0AA0
PLC (1)	CPU315-2DP	6ES7315-2AH14-0AB0
DI (4)	16xDC 24V	321-1BH10-0AA0
DI (5)	32xDC 24V	321-1BL00-0AA0
DO (6)	16xDC 24V/ 0.5A	322-1BH01-0AA0
DO (7)	32xDC 24V/ 0.5A	322-1BL00-0AA0
DI (8)	32xDC 24V	321-1BL00-0AA0
AI (9)	8x13 Bit	331-1KF02-0AB0
AI (10)	8x13 Bit	331-1KF02-0AB0

Tab. 4.1.1 HW konfigurace

4.1.2 Tabulky vstupů a výstupů

Digitální vstupy

Označení	Technologické označení	Popis
DI 0.0	Chod P1(MB154)	Elektromotor P1
DI 0.1	Chod P2 (MB155)	Elektromotor P2
DI 0.2	Chod P3 (MB156)	Elektromotor P3
DI 0.3	Chod P4 (MB157)	Elektromotor P4
DI 0.4	Chod P5 (MB158)	Elektromotor P5

DI 0.5	Chod P9 (MB160)	Elektromotor P9
DI 0.6	PTC9	Měření teploty ve vinutí elektromotoru P9
DI 0.7	TV1	Snímání teploty v nádrži maximální teplota
DI 1.0	TV2	Snímání teploty v nádrži minimální teplota
DI 1.1	TV3	Snímání teploty v nádrži ovládání chladicí vody
DI 1.2	TV4	Snímání teploty v nádrži přehřátí oleje
DI 1.3	SP1.1	Snímač zanesení oběhového filtru 75%
DI 1.4	SP1.2	Snímač zanesení oběhového filtru 100%
DI 1.5	SP2.1	Snímač zanesení oběhového filtru 75%
DI 1.6	SP2.2	Snímač zanesení oběhového filtru 100%
DI 1.7	SP3.1	Snímač zanesení oběhového filtru 75%
DI 4.0	SP3.2	Snímač zanesení tlakového filtru 100%
DI 4.1	SP4.1	Snímač zanesení tlakového filtru 75%
DI 4.2	SP4.2	Snímač zanesení tlakového filtru 100%
DI 4.3	NV1.1	Hladinoměr v nádrži – nízká hladina
DI 4.4	NV1.2	hladinoměr v nádrži – minimální hladina
DI 4.5	SQ101	hlídání uzavření logického ventilu
DI 4.6	SQ102	hlídání uzavření logického ventilu
DI 4.7	GS-1A	koncový snímač polohy horní poloha
DI 5.0	GS-1B	koncový snímač dolní poloha
DI 5.1	GS-2A	Uvolnění D114
DI 5.2	GS-3	koncový snímač polohy před horní polohou zpomalení (zpomalení lisu)
DI 5.3	GS-5	Spodní mez přejetí všech ostatních ochran
DI 5.4	TS6	Tlak oběhového čerpadla
DI 5.5	V105S1	solenoid pro chladicí vodu uzavřen
DI 5.6	V105S3	solenoid pro chladicí vodu otevřen
DI 5.7	NV2	Snímač hladiny špinavého oleje
DI 6.0	Fotonka FC2A	
DI 6.1	Fotonka FC2B	
DI 6.2	Fotonka FC2C	
DI 6.3	Fotonka FC2D	
DI 6.4	UC-1	Balík pod lisem
DI 6.5	Ochranná lišta	
DI 6.6	Central stop	
DI 6.7	Dopravník stop	
DI 7.0	Man. Odlehčení čerpadel	
DI 7.1	Dopravník dozadu	
DI 7.2	Dopravník dopředu	
DI 7.3	Man. Beran dolů	

DI 7.4	Man. Beran nahoru	
DI 7.5	Stop	
DI 7.6	Start	
DI 7.7	Ručně	
DI 16.0	Automat	
DI 16.1	Stop lisování, balik není ve středě	
DI 16.2	dopravník D115 volný (zalisem)	
DI 16.3	balík na dopravníku před lisem (D112)	

Tab. 4.1.2 Digitální vstupy

Digitální výstupy:

Označení	Technologické označení	Popis
DO 8.0	V130	odlehčovací ventil čerpadla P1 (MB154)
DO 8.1	V131	odlehčovací ventil čerpadla P2 (MB155)
DO 8.2	V129	odlehčovací ventil čerpadla P3 (MB156)
DO 8.3	V127	odlehčovací ventil čerpadla P4 (MB157)
DO 8.4	V128	odlehčovací ventil čerpadla P5 (MB158)
DO 8.5	YV9	odlehčovací ventil čerpadla P9 (MB160)
DO 8.6	V105A	solenoid pro chladicí vodu - OTEVŘÍT
DO 8.7	V105B	solenoid pro chladicí vodu - ZAVŘÍT
DO 9.0	Y30	Tlaková větev P7 (Napájecí ventil)
DO 9.1	Y32	Tlaková větev P8 (Napájecí ventil)
DO 9.2	Y34	Ventil zpětného chodu
DO 9.3	Y35A	Uvolnění tlaku
DO 9.4	Y35B	Pomalý zpětný chod
DO 9.5	Y36	Přívod tlaku do lisovacích válců (zalisování)
DO 9.6	YV37A	Dekomprese 1. stupeň
DO 9.7	YV39A	Dekomprese 1. stupeň
DO 12.0	YV37B	Dekomprese 2. stupeň
DO 12.1	YV39B	Dekomprese 2. stupeň
DO 12.2	YV100	Ovládání plnicích ventilů
DO 12.3	YV101	Ovládání zpětného zdvihu
DO 12.4	YV102	Ovládání zpětného zdvihu
DO 12.5	Ovládací napětí	
DO 12.6	Zpětné nastavení	
DO 12.7	Lisování	
DO 13.0	Pozice odlehčení	

DO 13.1	Balík ve špatné pozici	
DO 13.2	Stop dopravníku D114	
DO 13.3	Dopravník D114 vpřed	
DO 13.4	Dopravník D114 vzad	
DO 13.5	Balík v lisu	
DO 13.6	Majak	
DO 13.7	P1_podminka_startu	
DO 14.0	P2_podminka_startu	
DO 14.1	P3_podminka_startu	
DO 14.2	P4_podminka_startu	
DO 14.3	P5_podminka_startu	
DO 14.4	P9_podminka_startu	
DO 14.5	Lis_volny_prisun	
DO 14.6	Start_dopravnikD115 (zalisem)	

Tab. 4.1.2 Digitální výstupy

Analogové vstupy:

Označení	Technologické označení	Popis
AI (IW336)	BP1	snímání tlaku čerpadla P1
AI (IW338)	BP2	snímání tlaku čerpadla P2
AI (IW340)	BP3	snímání tlaku čerpadla P3
AI (IW342)	BP4	snímání tlaku čerpadla P4
AI (IW344)	BP5	snímání tlaku čerpadla P5
AI (IW346)	BP6	Snímání tlaku dvojice válců lisovací tlak
AI (IW348)	BP7	Snímání tlaku druhé dvojice válců lisovací tlak
AI (IW350)	BP8	Snímání tlaku na vratných válcích
AI (IW352)	BQ	Průtokoměr chladicí vody
AI (IW354)	Mereni_I_MB154	Měření proudu P1
AI (IW356)	Mereni_I_MB155	Měření proudu P2
AI (IW358)	Mereni_I_MB156	Měření proudu P3
AI (IW360)	Mereni_I_MB157	Měření proudu P4
AI (IW362)	Mereni_I_MB158	Měření proudu P5
AI (IW364)	Mereni_I_MB160	Měření proudu P9
AI (IW366)	BT	Měření teploty oleje

Tab. 4.1.2 Analogové vstupy

4.2 Struktura řídicí aplikace

V záložce device configuration se nastaví nejprve HW konfigurace pro zadanou aplikaci. Zde se složí kombinace PLC, vstupních/výstupních karet a zdroje. Následně můžeme sledovat v levé části vývojového prostředí strukturu řídicího programu. Vygenerovala se záložka s názvem PLC a jeho typem (PLC_1 [CPU315-2 DP]).

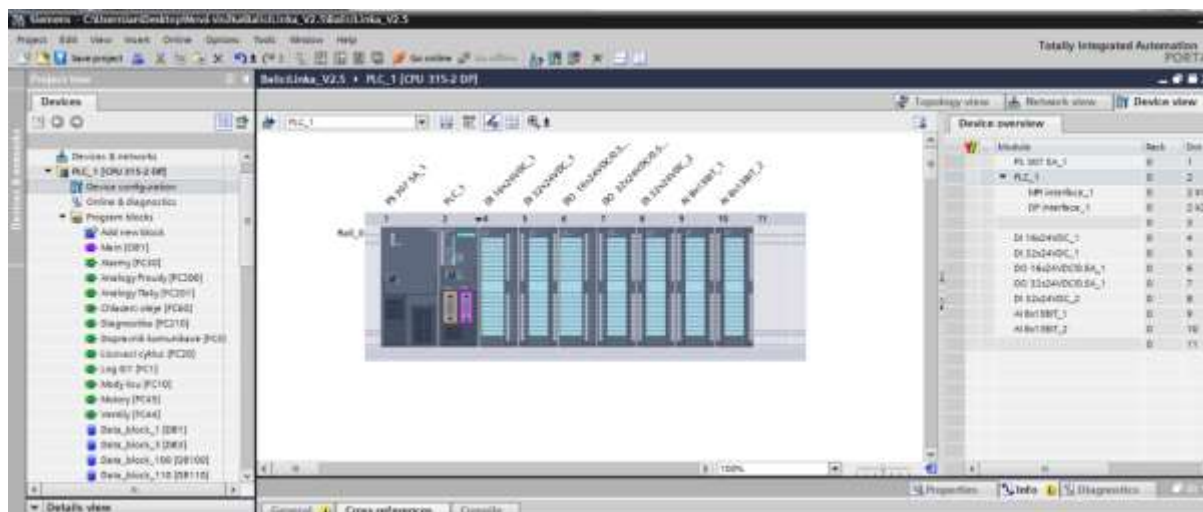
V záložce program block se již vytvoří uživatelský program a mohou se přidávat nové boky různého typu. Program, který je vykonáván řídicím PLC se skládá z různých programových bloků s označením OB, FC a DB.

V mnou navrhnuté aplikaci využívám bloky:

OB – Organizační blok, rozhraní mezi operačním systémem a uživatelským programem

FC – Funkce




















DB – Datový blok, oblast v paměti PLC, ve které jsou uloženy hodnoty jednotlivých proměnných



Obr. 4.2 Programové prostředí tiaportal

Celý program je rozdělen na několik dílčích částí, které z důvodu přehlednosti budou dále popsány. Samotný program je vytvořený na platformě TIA Portal V13 v jazyce FBD, tedy v jazyce, který používá zobrazení pomocí funkčních bloků.

Program pro PLC má následující strukturu:

Name	...	...	...	Address	...	Type ▲	Language
 Add new block							
 Main [OB1]	...		*...	OB1	...	OB	FBD
 Alarmy [FC30]	...			FC30	...	FC	FBD
 Analogy Proudý [FC200]	...			FC200	...	FC	FBD
 Analogy Tlaky [FC201]	...			FC201	...	FC	FBD
 Chlazení oleje [FC60]	...			FC60	...	FC	FBD
 Diagnostika [FC210]	...	...		FC210	...	FC	FBD
 Dopravník komunikace [FC3]	...	...		FC3	...	FC	FBD
 Lisovací cyklus [FC20]	...			FC20	...	FC	FBD
 Log 0/1 [FC1]	...			FC1	...	FC	FBD
 Mody lisu [FC10]	...			FC10	...	FC	FBD
 Motory [FC43]	...	...		FC43	...	FC	FBD
 Ventily [FC44]	...			FC44	...	FC	FBD
 Data_block_1 [DB1]	...			DB1	...	DB	DB
 Data_block_3 [DB3]	...			DB3	...	DB	DB
 Data_block_100 [DB100]	...			DB100	...	DB	DB
 Data_block_110 [DB110]	...			DB110	...	DB	DB
 Data_block_300 [DB300]	...			DB300	...	DB	DB
 Data_block_500 [DB500]	...			DB500	...	DB	DB

Obr. 4.2 Struktura programu PLC

Popis jednotlivých bloků:

Organizační bloky:

OB1: Hlavní řídicí program

Funkční bloky:

FC1 = Defínuje log 1 a 0

FC3 = Komunikace s dopravníkem

FC10 = Defínuje mody hydraulického lisu, podmínka spuštění lisu

FC20 = Řídicí cyklus lisu

FC30 = Alarmy

FC43 = Motory

FC44 = Ventily

FC60 = Ovládání ventilu V105 pro chlazení oleje

FC200 = Zpracování analogových signálů

FC201 = Zpracování analogových signálů

DC210 = Diagnostika

Databloky:

DB1 = komunikace s dopravníkem

DB3 = komunikace s dopravníkem

DB100 = Analogové hodnoty vstupů

DB110 = Alarmy a Kalibrace

DB300 = Diagnostika

DB500 = Alarmy

4.2.1 FC3 – Komunikace s dopravníkem

Balíky celulózy dojíždějí do a z lisu po dopravníkovém pásu. Dopravníkový pás pracuje na svém ŘS. Programovatelný automat hydraulického lisu komunikuje s nadřazeným ŘS jako slave (funkce put/get). Pro komunikaci s nadřazeným ŘS se využívají databloky DB1 a DB3. Nikdy nesmí nastat situace, kdy by balík nebyl pod lisem.

Data_block_1 [DB1]

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Static								
balik_na_D112	Bool	0.0	false	True	True	True	False	Balik na dopravníku před lisem D112
D115_volny	Bool	0.1	false	True	True	True	False	Dopravník D115 volný
balik_sjel_z_D112	Bool	0.2	false	True	True	True	False	Balik před lisem sjel z D112
Lis_volny_pro_prisun	Bool	0.3	false	True	True	True	False	Lis volný pro přísun
Start_D115	Bool	0.4	false	True	True	True	False	Start D115

Tab. 4.2.1 Datablock 1

Data_block_3 [DB3]

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Static								
Komunikace_LisVolnyPrisun	Bool	0.0	false	True	True	True	False	Komunikace_Do zakladacky CPU318 DB314.DBX0
Komunikace_StartD115	Bool	0.1	false	True	True	True	False	Komunikace_Do zakladacky CPU318 DB314.DBX1
Res	Bool	0.2	false	True	True	True	False	
Res_1	Bool	0.3	false	True	True	True	False	
Res_2	Bool	0.4	false	True	True	True	False	
Res_3	Bool	0.5	false	True	True	True	False	
Res_4	Bool	0.6	false	True	True	True	False	
Res_5	Bool	0.7	false	True	True	True	False	
Komunikace_BalikNaD112	Bool	1.0	false	True	True	True	False	Komunikace_Ze zakladacky CPU318 DB3.DBX2
Komunikace_D115Volny	Bool	1.1	false	True	True	True	False	Komunikace_Ze zakladacky CPU318 DB3.DBX3

Tab. 4.2.1 Datablock 3

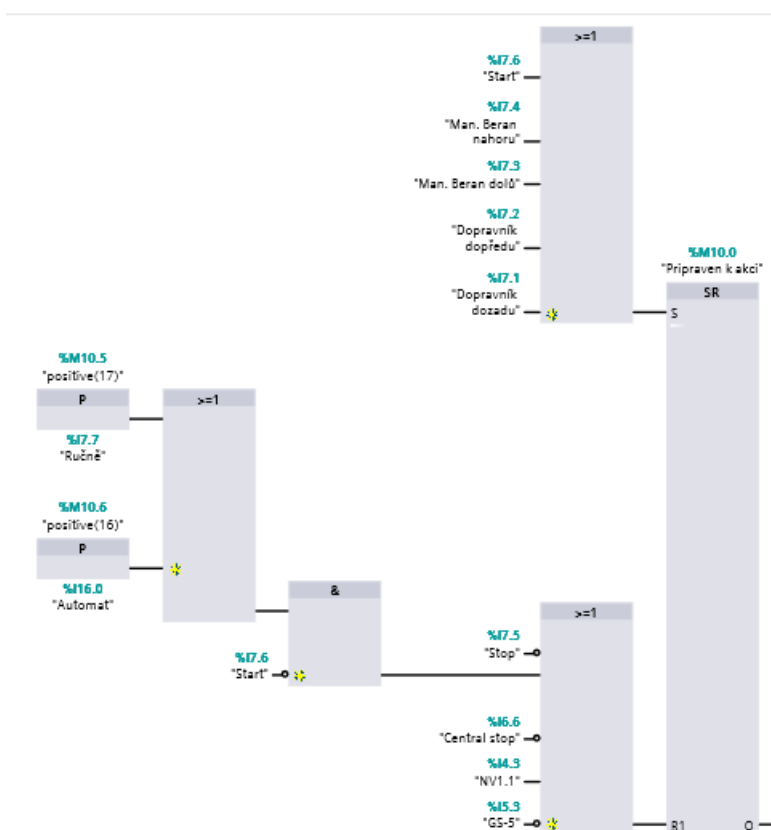
4.2.2 FC10 – Mody hydraulického lisu, podmínka spuštění lisu

Havarijní funkci a bezpečnostní zastavení zajišťuje podmínka: **Připraven k akci**.

Program lisu se havarijně ukončí pokud:

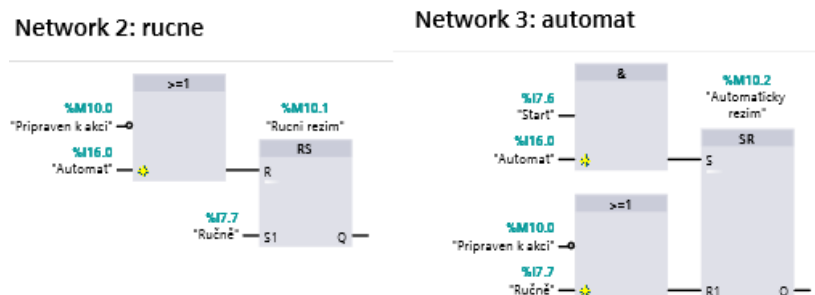
- Je přežeta spodní úvrat lisu (Senzor GS5)
- Je aktivován central stop
- Havarijní hladina oleje (NV 1.1)
- Vybrán režim Automat/Ručně, neaktivní tlačítko start

Network 1: Připraven k akci



Obr. 4.2.2 Podmínka připraven k akci

Hydraulický lis může pracovat v režimu automaticky nebo ručně. Při uvádění lisu do provozu se nejprve lis spustí na manuální řízení. Následně si lis přepíná operátor do režimu automat, kdy lis jede směrem dolů.



Obr. 4.2.2 Režimy automaticky a Ručně

4.2.3 FC20 – Lisovací cyklus

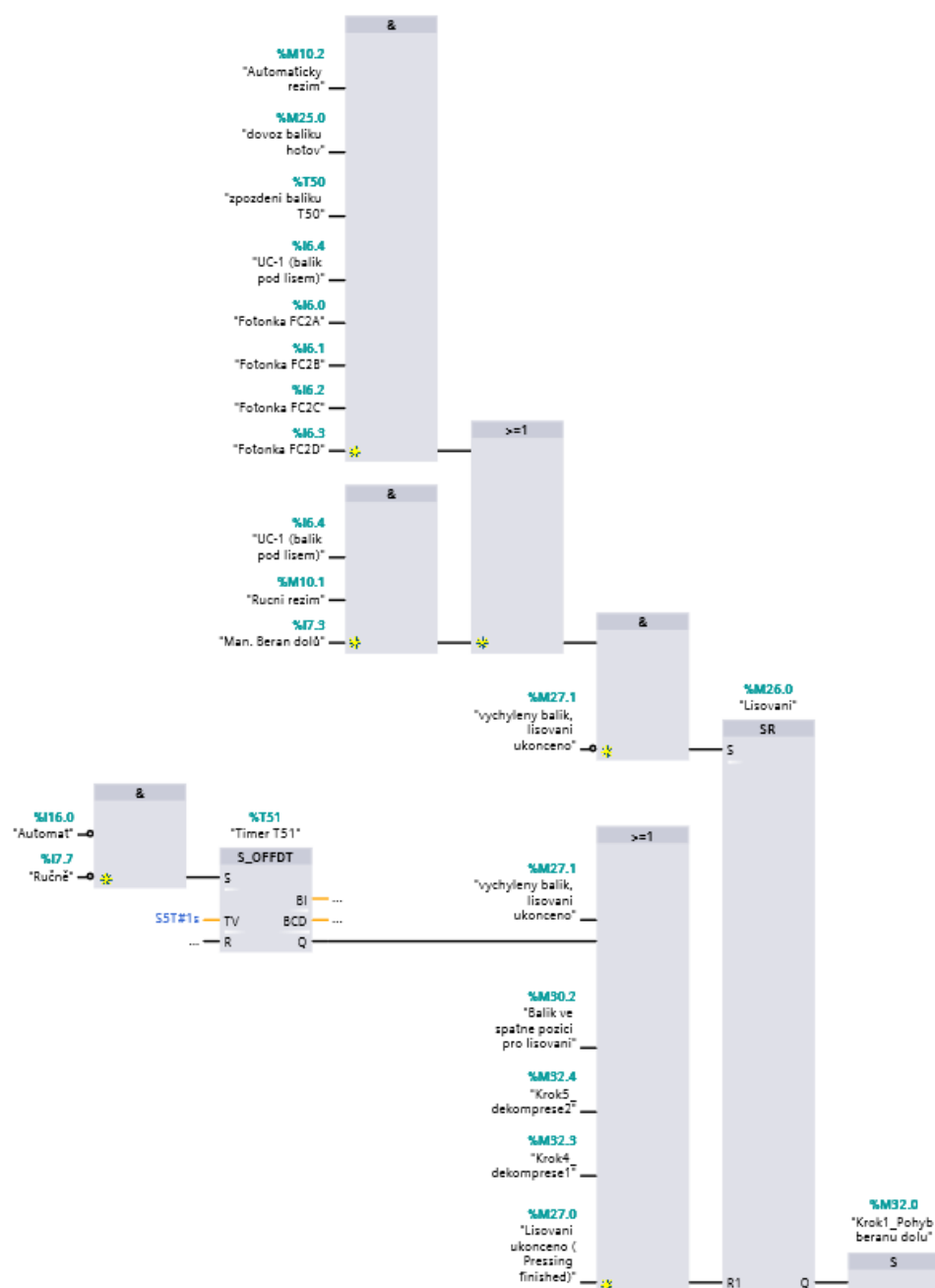
Zde probíhá hlavní lisovací cyklus. Následuje popis lisovacího cyklu pro Krok 1 a Krok 2.

Pro zahájení lisování je třeba mít balík ve správné pozici. Fotonka UC1 musí signalizovat balík pod lisem. Ostatní fotonky FC2A až FC2D hlídají, jestli balík není vychýlen. Pokud je balík vychýlen, je lisování automaticky ukončeno a čeká se na zásah operátora. Časovač T50 nám zajišťuje, že 500 ms nejel dopravníkový pás vpřed nebo vzad. Pokud lis je zapnut v manuálním režimu, je třeba mít balík pod lisem (UC-1) a při sepnutí tlačítka manuálně lis dolů se spustí lisování.

Lisování je předčasně ukončeno pokud:

- Není vybrán režim lisování (Automat /Ručně)
- Dosažen krok 4_Dekomprese1
- Dosažen krok 5_Dekomprese2
- Dosažena log 1 na M27.0 (Lisování ukončeno)
- Dosažena log 1 na M27.1 Vychýlený balík – (Balík není ve středu, není připraven k akci)
- Dosažena log 1 na M30.2 (Balík ve špatné pozici pro lisování, snímání fotonkami FC2A – FC2D)

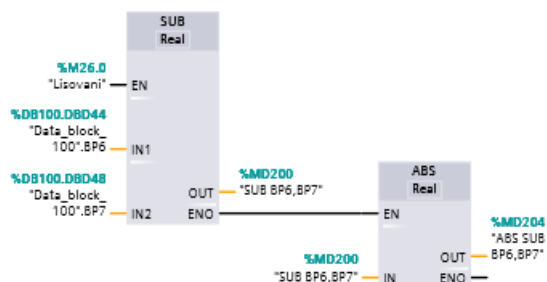
Network 9 : Krok 6 lisování



Obr. 4.2.3 NT9 Krok 6 lisování

Nyní se provádí odečítání hodnoty na senzorech BP6 a BP7. Výsledek se uloží do paměti MD200 a následně zaokrouhlí pomocí bloku ABS. Výsledek je uložen do paměti MD204.

Network 10 Přejchod krok 1 > 2



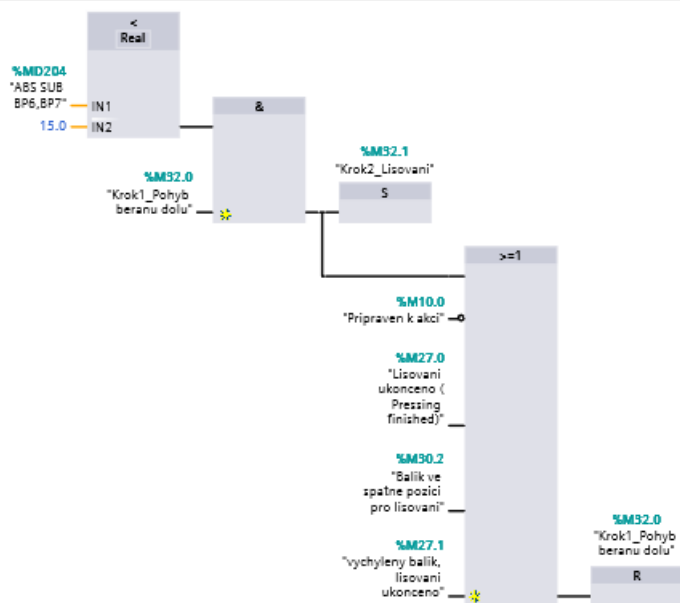
Obr. 4.2.3 NT10: Přejchod Krok 1 > 2

Pokud je rozdíl tlaku na BP6 a BP7 menší než 15 barů a je aktivní krok 1 (Pohyb beranu dolů) začíná lisování.

Lisování je předčasně ukončeno pokud:

- Dosažena log 1 na M27.1 Vychýlený balík – (Balík není ve středu, není připraven k akci)
- Dosažena log 1 na M30.2 (Balík ve špatné pozici pro lisování, snímání fotonkami FC2A – FC2D)
- Dosažena log 0 na M10.0 (Není připraven k akci)
- Dosažena log 1 na M27.0 (Lisování ukončeno)

Network 11: Lisování



Obr. 4.2.3 NT11: Lisování

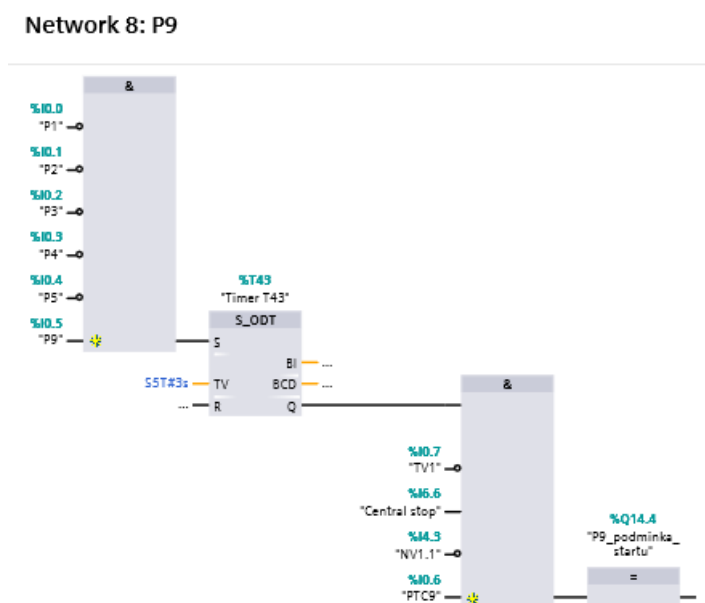
4.2.5 FC43– Motory

Pro spuštění jakéhokoliv pohonu musí být splněny podmínky startu pro motory:

Vstup	Požadovaná log. hodnota	Popis
NV1.1	0	Indikace nízké hladiny oleje v nádrži (350 mm)
TV1	0	havarijní termostat, dosažení teploty 65 °C
TV2	1	teplota větší než 15 °C
TV4	0	teplota větší než 60 °C
TS6	1	Hlídání tlaku v plnicím okruhu (P9)
GS5	1	Přejetí spodní úvrati lisu
Central stop	1	Centrální vypínač technologie

Tab. 4.2.5 Podmínka spuštění pohonů

Následně lze spustit oběhovou pumpu P9 (nejsou aktivní čerpadla P1 až P5).



Obr. 4.2.5 Podmínka pro spuštění pumpy P9

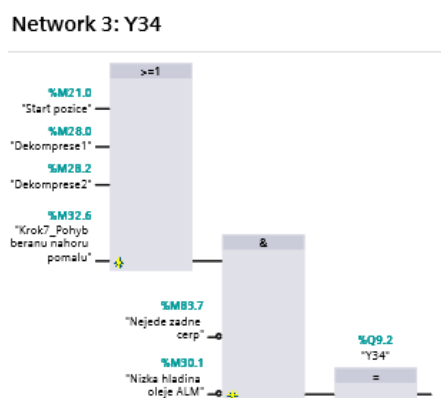
Pokud je oběhová pumpa spuštěna a jsou splněny podmínky startu všech motorů, lze spouštět pohony P1 až P5 za předpokladu, že pohon není blokován.

Pokud dojde k alarmu průtoku chladicí vody level – LL, v provozu jsou pouze 2 libovolná čerpadla, ostatní jsou blokována.

4.2.6 FC44 – Ventily

Ve funkci ventily je implementováno ovládání jednotlivých ventilů pro chod lisování, odlehčovacích ventilů pump a výběr počtu jednotlivých čerpadel pro danou část programu.

Při sepnutí ventilu Y34 se tlak od čerpadel dostává na zvedací válce. Spíná se při dekompresi a při pohybu nahoru. Pro sepnutí jakéhokoliv ventilu musí být splněna podmínka hladiny oleje a musí běžet alespoň 1 čerpadlo.



Obr. 4.2.6 Ovládání ventilu Y34

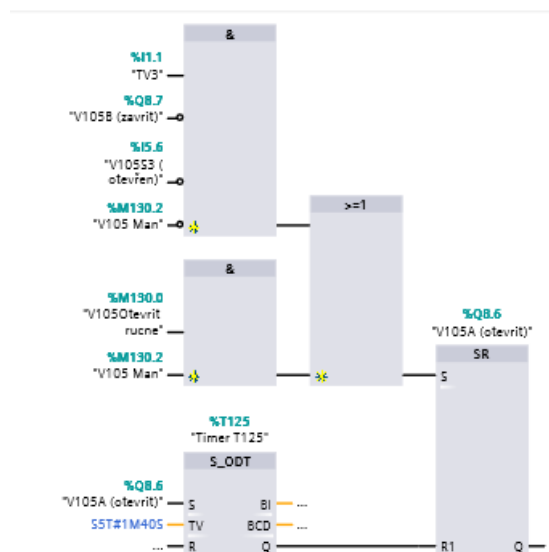
Sepnutí počtu jednotlivých čerpadel se odvíjí od zapnutých čerpadel obsluhou a od jednotlivých kroků:

- Pro pohyb zpět nahoru rychle využíváme 2 čerpadla
- Pro pohyb nahoru zpět 1 čerpadlo
- Pro lisování jsou všech 5 čerpadel
- Pro dekompresi 1 čerpadlo.

4.2.7 FC60 – Chlazení oleje

Tato funkce ovládá ventil chladicí vody V105, který umožňuje postupné otevírání a zavírání chladicí vody (zabrání se rázům ve vodním okruhu). Ventil chladicí vody se spíná od termostatu TV3. Ventil může být buď v manuálním nebo automatickém režimu. Po přivedení napětí na cívku **V105A** se otevírá, po přivedení napětí na cívku **V105B** se zavírá. Doba otevírání a zavírání ventilu trvá přibližně minutu a půl. Pokud dojde do koncových poloh zahlásí dosaženou polohu.

Network 2: V105 otevrit



Obr. 4.2.7 Otevření ventilu chladicí vody

Alarmový stav nastává, pokud po dvou minutách od povelu otevření/zavření, není ventil otevřen/zavřen. Následně se ještě vyhodnocuje nízký průtok chladicí vody L a LL.

4.2.8 FC200, FC201 – Analogy proudy, Analogy tlaky

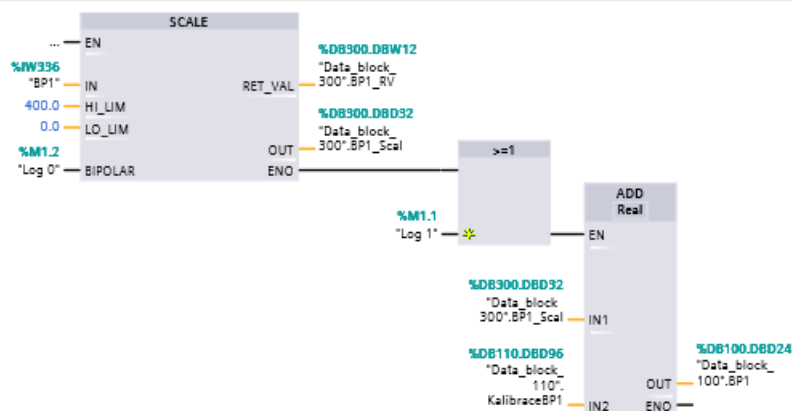
Veškeré analogové signály se převádí do zvoleného rozsahu 4 až 20 mA pomocí funkce scale. Rozsah převodu je unipolární a je v intervalu 0 až 27648.

Analogová měření	Rozsah LO_LIM	Rozsah HI_LIM
BP - senzory tlaku	0	400
BQ	5	150
BT	-20	80
Proudy motorů	0	100

Tab. 4.2.8 Rozsah limitů jednotlivých měření

Network 1: BP1

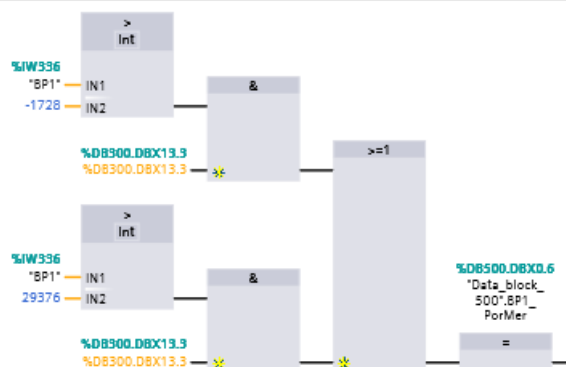
Tlak čerpadla P1



Obr. 4.2.8 Funkce scale u snímače tlaku BP1

Pokud došlo k přetečení /podtečení karty, aktivuje se chybová hláška RET_VAL. Tolerance přetečení je ± 1 mA, která odpovídá hodnotě 1728. Toleranční rozsah je tedy v rozmezí 3 až 21 mA.

Network 2: BP1 porucha měřicí smyčky



Obr. 4.2.1 Porucha měřicí smyčky u senzoru tlaku BP1

4.2.9 FC210 – Diagnostika

Samostatná diagnostika je v praxi velmi důležitá, protože dokáže zkrátit čas potřebný na identifikaci vzniklé poruchy a následné náklady spojené s odstávkou lisu. Hydraulický lis neposkytuje zpětnou vazbu o stavu. Proto jsem navrhnul algoritmus na základě porovnání času. Výsledkem algoritmu je vznik poruchového signálu v případě, že nejsou splněné časové podmínky.

Kontrola doby cyklu vykonání uživatelského programu:

Krok 0. – zajištění beranu do výchozí polohy – Timer T301 TV 1 20000ms

Krok 1. – pohyb směrem dolů – předlisování – Timer T302 TV 20000ms

Krok 2. – lisování – Timer T303 TV 20000ms

Krok 3. – výdrž v tlaku – Timer T304 TV 20000ms

Krok 4. – dekomprese 1. Stupeň – Timer T305 TV 20000ms

Krok 5. – dekomprese 2. Stupeň – Timer T306 TV 20000ms

Krok 6. – pohyb beranu nahoru rychloposuv – Timer T307 TV 20000ms

Krok 7. – Pohyb beranu nahoru pomalý posuv – Timer T308 TV 20000ms

Krok 8. – Pohyb pásu, odvoz stlačeného balíku a dovezení nového nestlačeného – Timer T309 TV 20000ms

Následně ve funkci FC210 vyhodnocují jednotlivé alarmové stavy.

5 Návrh a realizace vizualizační aplikace

Podle požadavků zákazníka byl vizualizační panel KTP 1200 Color Basic vybrán od firmy Siemens. Taktéž z důvodů využívání jednotných náhradních dílů při údržbě technologie. Vizualizační panel je umístěn ve vlastní přístrojové skříni vedle lisu. Vizualizace je vytvořena v programovém prostředí Simatic WinCC V13 SP2.

5.1 Komunikace mezi PLC a HMI

Komunikace mezi PLC a operátorským panelem (HMI) je řešena pomocí sběrnice MPI. MPI (Multi Point Interface) je konstruována na základě RS485 primárně pro průmyslovou automatizaci.

Jako vodič, který byl na toto spojení použit, byl kabel od firmy Siemens tzv. profibus s konektory od téhož výrobce se zapnutými zakončovacími odpory s tím, že konektor připojený k CPU je s možností připojení PG, tzv. průchozí konektor.



Obr. 5.1 Propojení HMI a PLC

5.2 Vizualizační aplikace

Aplikace pro vizualizaci je rozdělena do několika stránek. V pravém dolním rohu se nacházejí tlačítka s následující funkcí:

- Návrat k hlavní obrazovce (Root screen)



- Tlačítko pro přihlášení uživatele



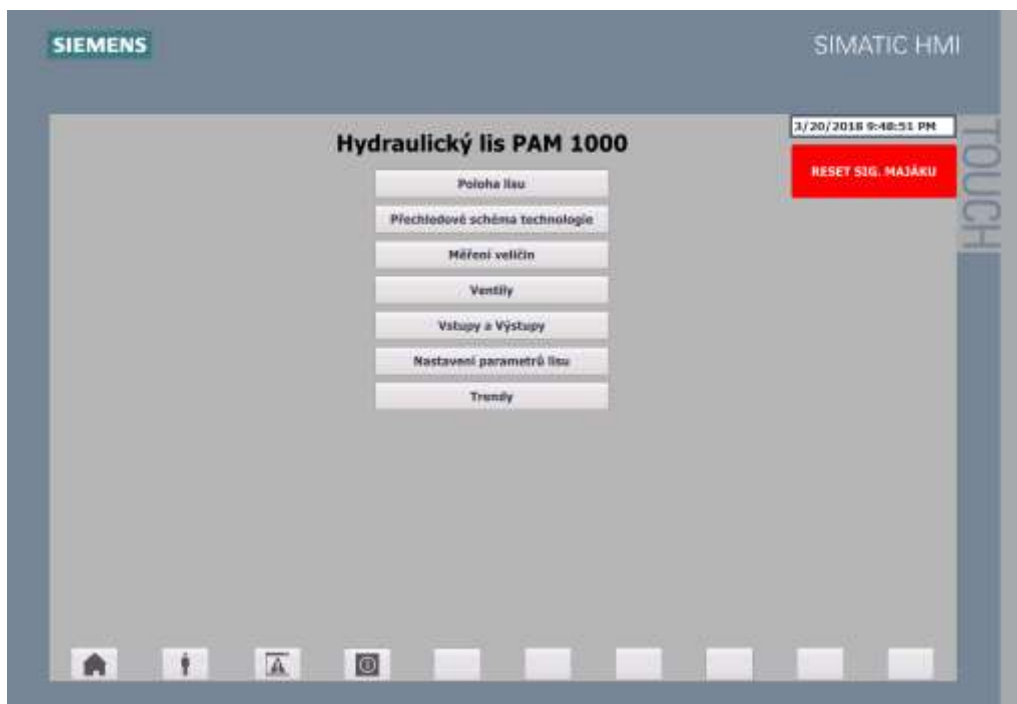
- Výpis alarmových hlášení



- Ukončení vizualizační aplikace



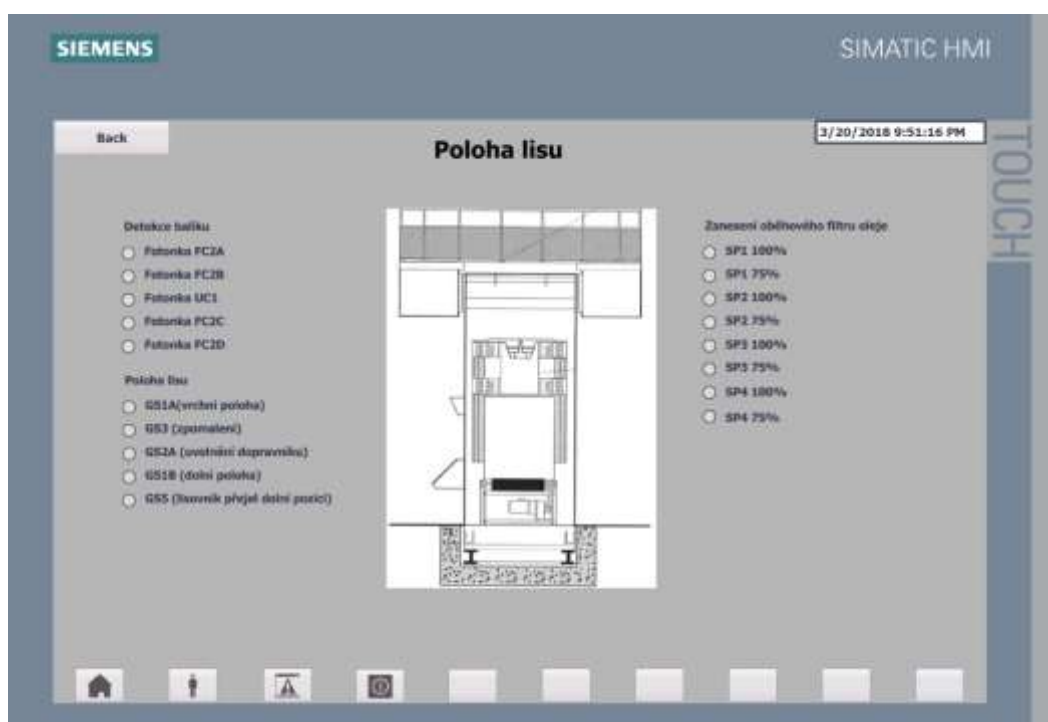
Z úvodní obrazovky se přejde do další obrazovky pomocí tlačítek. Návrat na hlavní obrazovku je zajištěn pomocí tlačítka HOME (symbol domečku), které se nachází na spodní části obrazovky. Pomocí tlačítka zpět lze se vrátit na obrazovku, která je o úroveň níže. Při výskytu alarmu se porucha resetuje tlačítkem RESET SIG. MAJÁKU (toto tlačítko se v případě poruchy zobrazí na jakékoli stránce vizualizace).



Obr. 5.1 Hlavní obrazovka

Obrazovka: Poloha lisu

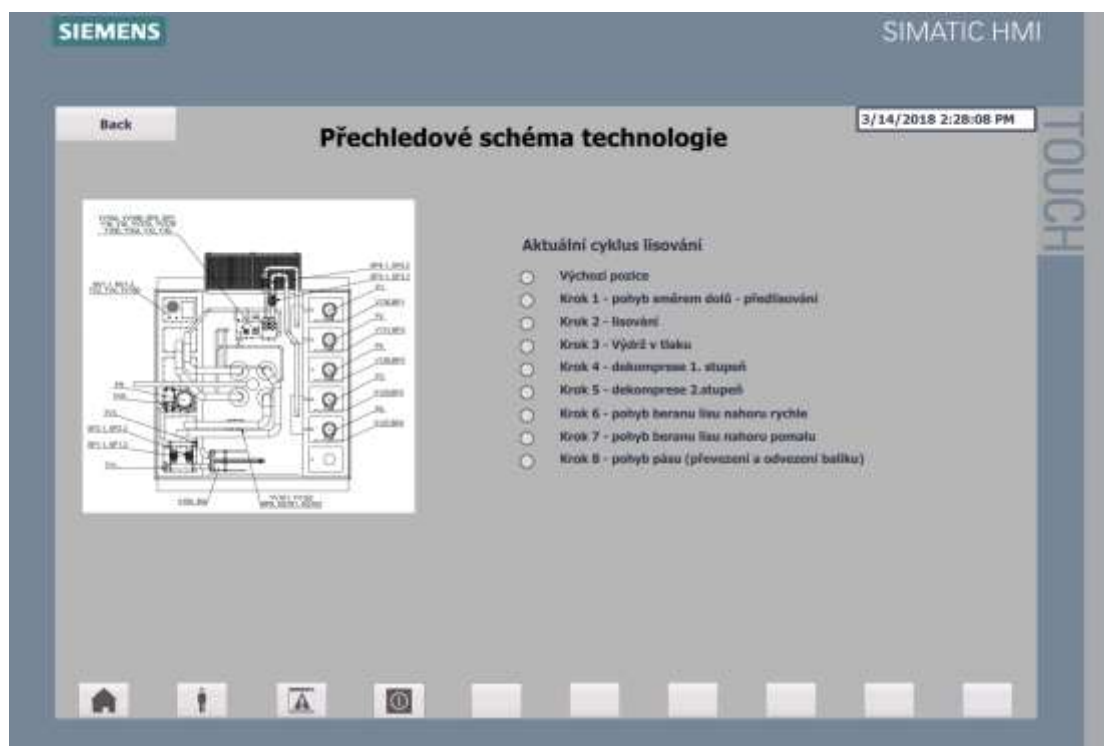
Po kliknutí na tlačítko s textem **Poloha lisu** na hlavní obrazovce se přejde na obrazovku Poloha lisu. Zde lze pozorovat stav fotonek, které snímají správnou pozici balíku pod lisem. Dále stav polohy lisovníku a stav indukčního čidla o přejetí dolní pozice lisovníku. Správná poloha balíku pod lisovníkem nastane, pokud je aktivní fotonka UC1 – balík pod lisem. Všechny fotonky se nacházejí na modré liště, která je umístěna na okraji vnitřní pracovní části lisu několik cm nad pásem lisu na straně velínu. V jaké poloze se nachází lisovník zobrazují přepínače (GS..). Pokud je daný přepínač (GS..) sepnutý, tedy lisovník je v dané pozici, tak se vedle patřičného (GS..) zeleně zabarví kolečko. Pokud přepínač není sepnutý, kolečko je podbarveno černě. Vpravo se nachází indikace zanesení oběhového filtru oleje.



Obr. 5.2 Poloha lisu

Obrazovka: Přehledové schéma technologie

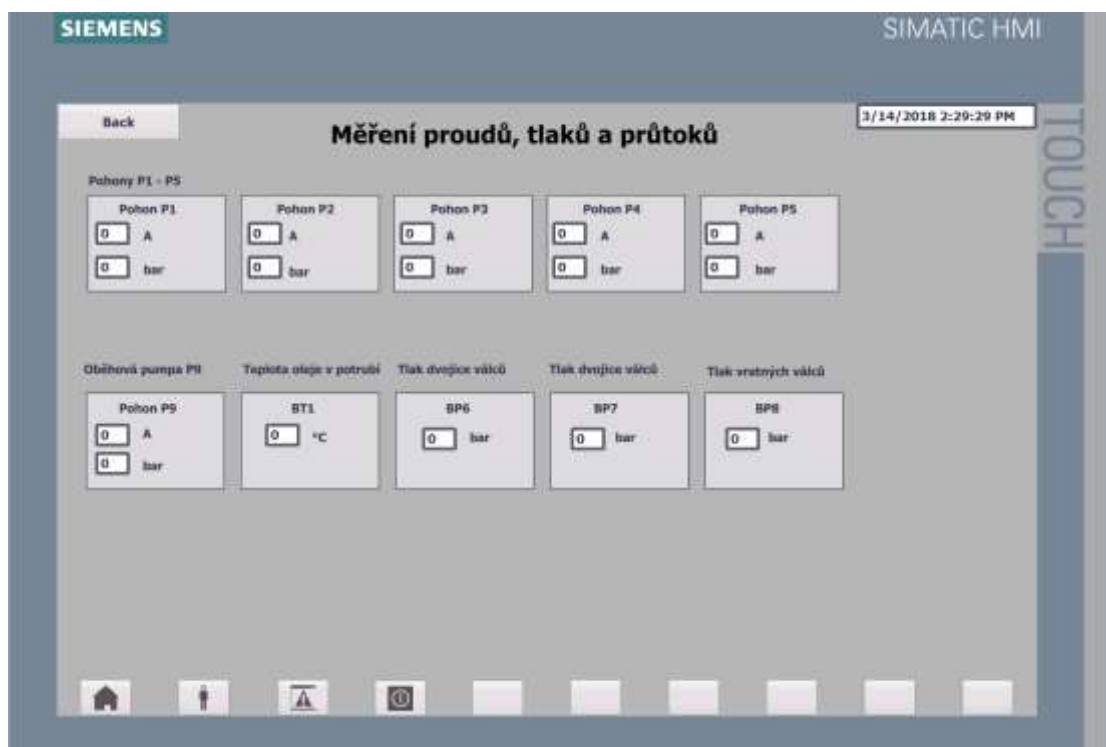
Po kliknutí na tlačítko s textem **Přehledové schéma technologie** na hlavní obrazovce se přejde na obrazovku Přehledového schéma technologie. Na obrázku vlevo jsou rozkresleny jednotlivé komponenty technologie a jejich umístění na platformě lisu. Vpravo se nachází aktuální cyklus lisování. Aktuální krok lze pozorovat pomocí zbarvení koleček. Zeleně zbarvené kolečko určuje aktuální cyklus lisování. Černé zabarvení znamená, že daný krok není vykonáván. Tato obrazovka slouží výhradně pro orientaci a pro prvotní určení závady.



Obr. 5.2 Přehledové schéma technologie

Obrazovka: Měření veličin

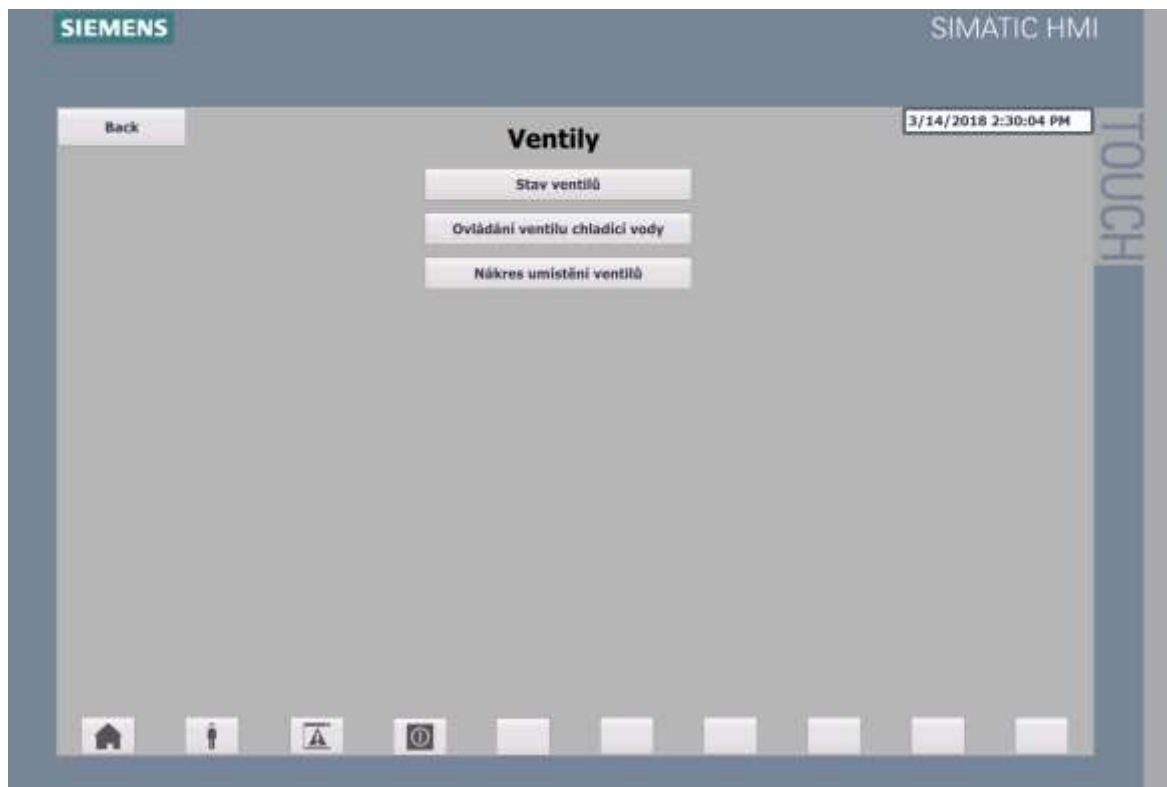
Po kliknutí na tlačítko s textem **Měření veličin** na hlavní obrazovce se přejde na obrazovku Měření proudů, tlaků, průtoku a teploty, kde vidíme hodnoty veškerých analogových měření. V případě, že je pumpa v chodu, můžeme sledovat odebíraný proud motorem. Pokud je čerpadlo v tlaku, tak i tlak čerpadla. Dále lze pozorovat měření teploty oleje v potrubí (BT1), tlaků dvojic válců (BP6, BP7) a tlak vrátných válců (BP8).



Obr. 5.2 Měření tlaků, proudů a průtoků

Obrazovka: Ventily

Po kliknutí na tlačítko s textem **Ventily** na hlavní obrazovce, se přejde na obrazovku Ventilů. Zde jsou zobrazeny tlačítka sloužící pro přechod na obrazovky stav ventilů, ovládání ventilu chladicí vody V105 a rozkreslení umístění ventilů.



Obr. 5.2 Ventily

Obrazovka: Stav ventilů

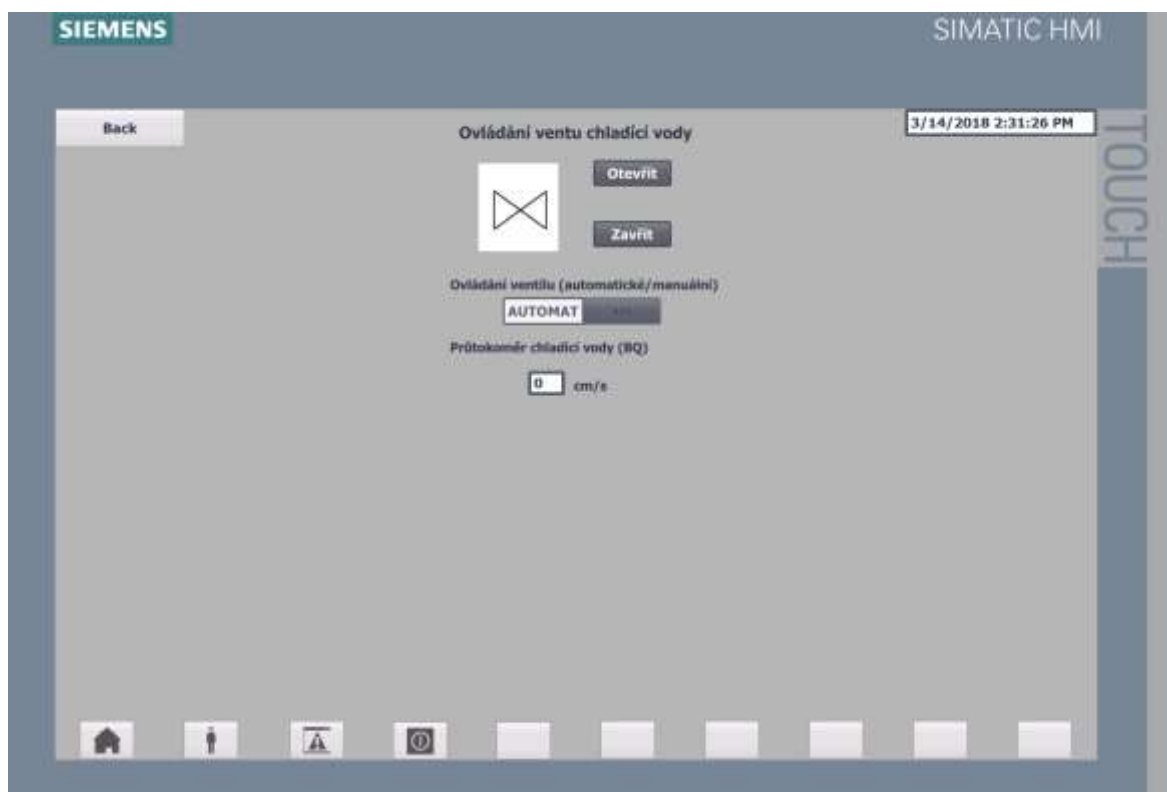
Po kliknutí na tlačítko s textem **Stav ventilů** na obrazovce Ventily se přejde na obrazovku Stavu ventilů, kde je vidět stav ventilů. Černé kolečko u daného názvu ventilu znamená, že na daný ventil nejde napětí (24 VDC) a ventil je tak v zavřené poloze. Každý ventil má na svém konektoru signalizační leddiodu, která v případě přivedení napětí na ventil svítí. V opačném případě nesvítí. V případě, že svítí, neznamená to ovšem, že je ventil otevřený, jen je přivedeno napětí na konektor ventilu. Pokud by totiž byla cívka na ventilu špatná, nedošlo by k otevření ventilu, ale konektor by i přesto svítil.



Obr. 5.2 Stavy ventilů

Obrazovka: Otevírání ventilu chladicí vody

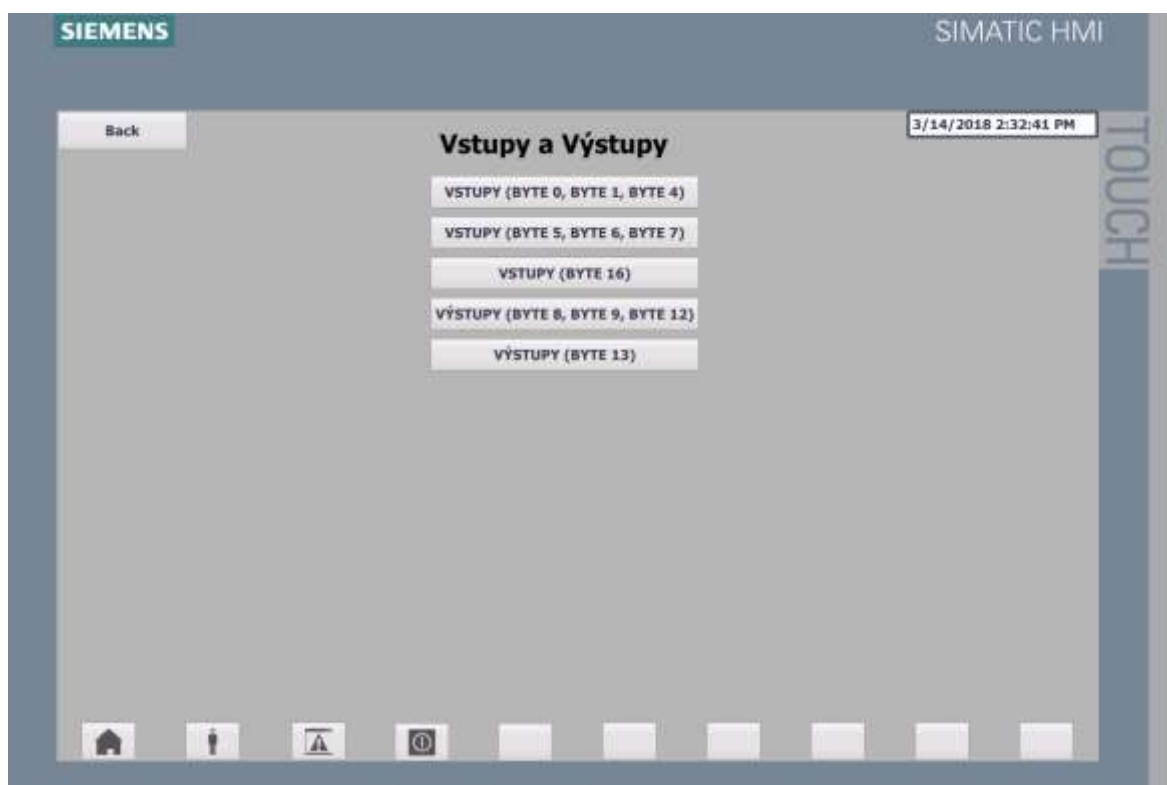
Po kliknutí na tlačítko s textem **Ovládání ventilu chladicí vody** na obrazovce Ventily operátorský panel vyzve k přihlášení. Ovládání ventilu V105 lze provádět od úrovně přihlášení seřizovač. Po správném přihlášení se lze dostat na obrazovku Ovládání ventilu V105, kde se dá po přepnutí do manuálu ovládat ventil V105 ručně, vidět stav ventilu a průtok chladicí vody (BQ).



Obr. 5.2 Ovládání ventilu chladicí vody

Obrazovka: Vstupy a Výstupy

Po kliknutí na tlačítko s textem **Stavy vstupů a výstupů** na hlavní obrazovce se přejde na obrazovku Volby stavu vstupů a výstupů. Uprostřed okna jsou znázorněna tlačítka se vstupy nebo výstupy přivedených do ŘS SIMATIC, které slouží pro řízení lisu balící linky PAM1000. Lze se tak podívat na stav vstupů či výstupů, které souvisí s řízením lisu balící linky. Obrazovky slouží hlavně elektroúdržbě k rychlému zjištění stavu digitálních signálů. Stav, ve kterém se nachází patřičný signál, je vyobrazen vlevo, vedle textu podbarvením kolečka. Zelené podbarvení kolečka znamená, že je signál v tzv. log1 (napětí 24V DC). Pokud je podbarvení kolečka černé, jedná se o tzv. log0 (bez napětí 24V DC).

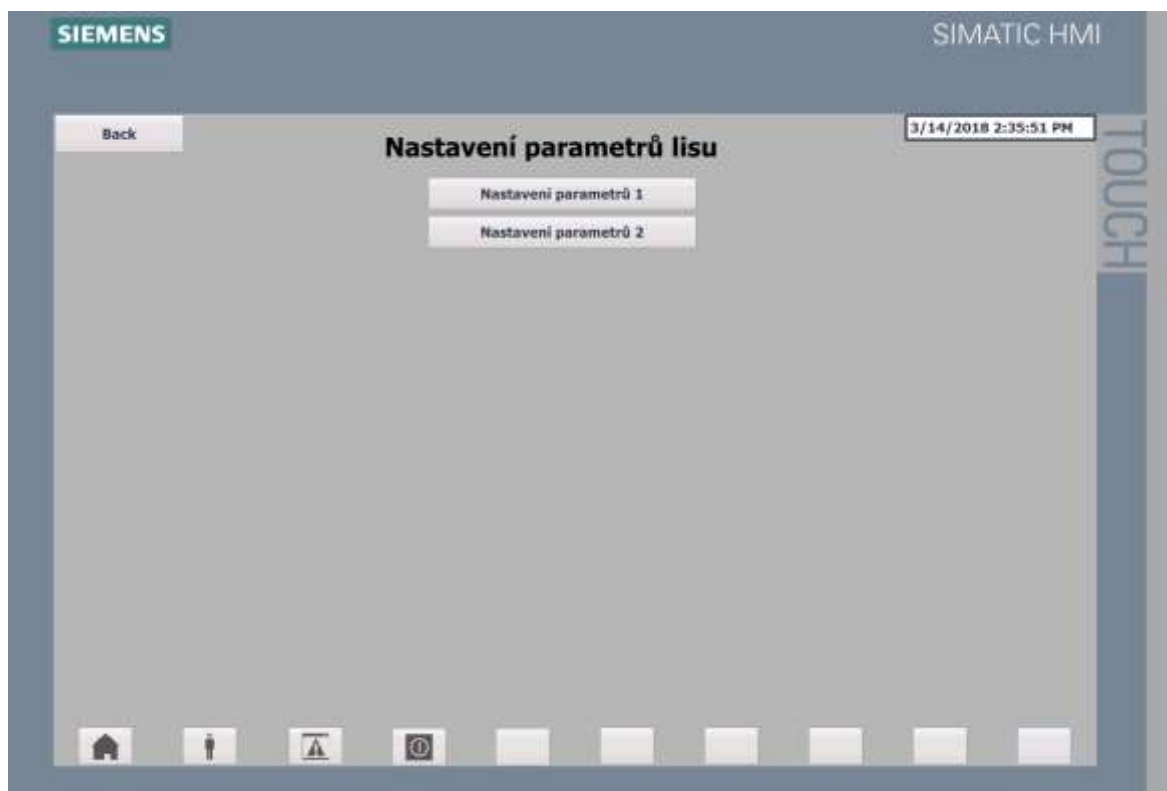


Obr. 5.2 Vstupy a výstupy

Obrazovka: Nastavení parametrů lisu

Po kliknutí na tlačítko s textem **Nastavení parametrů lisu** na hlavní obrazovce se přejde na obrazovku Volby nastavení parametrů, kde jsou zobrazeny tlačítka sloužící pro přechod na obrazovku:

- Nastavení parametrů 1
- Nastavení parametrů 2

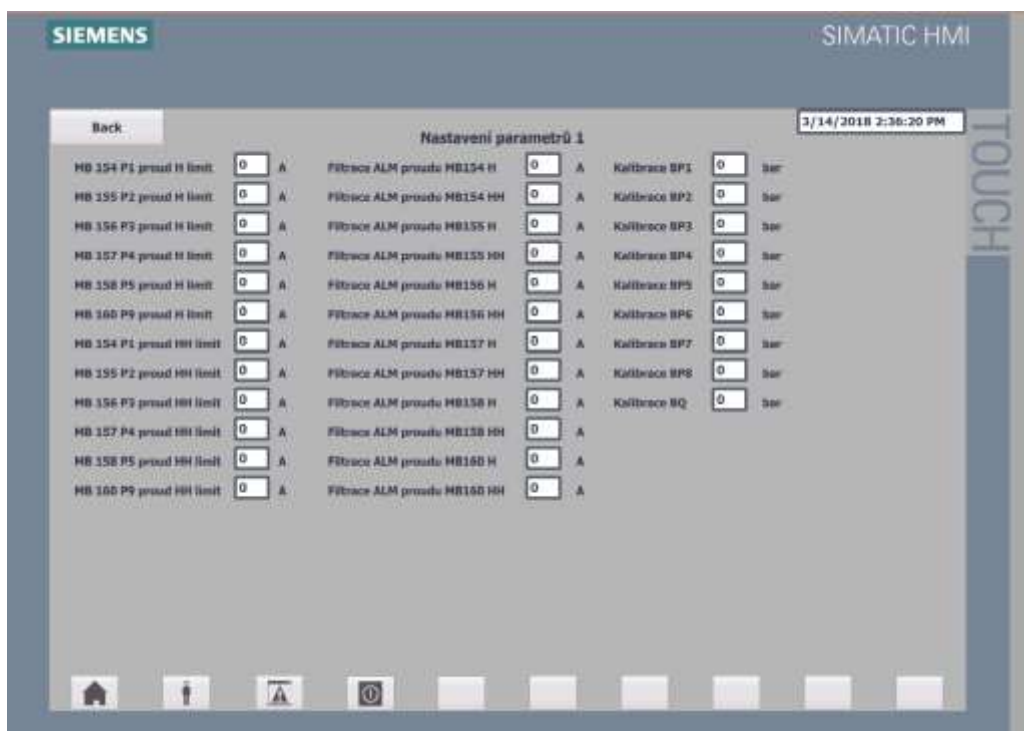


Obr. 5.2 Nastavení parametrů lisu

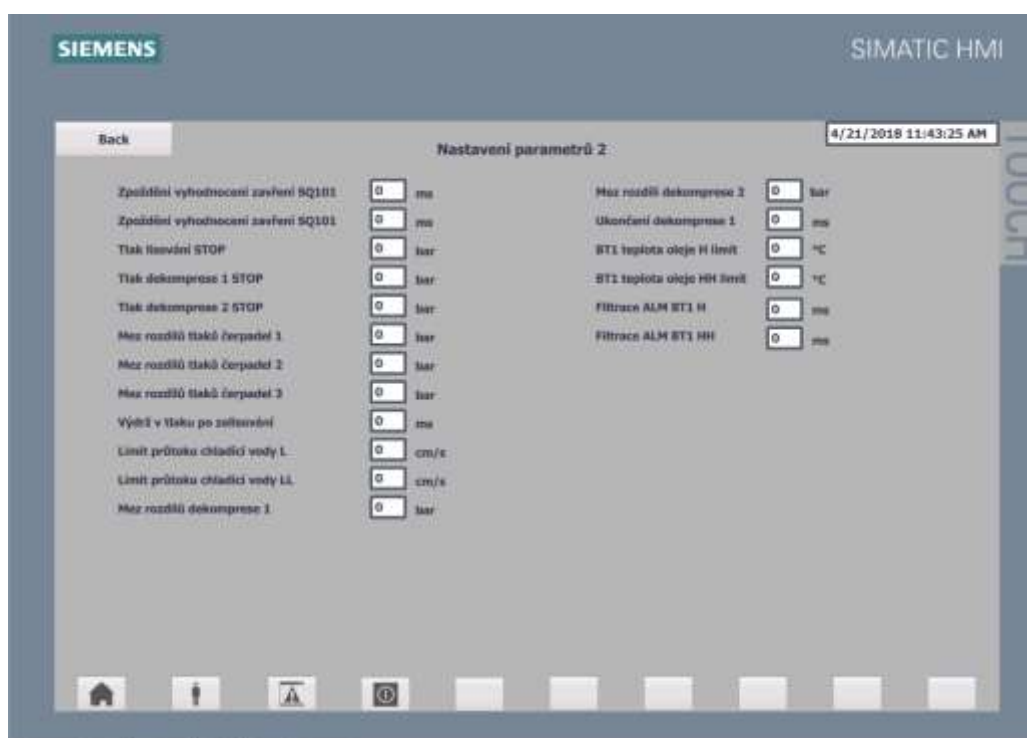
Po kliknutí na tlačítko Nastavení parametrů 1/2 nebo Nastavení parametrů 2/2 operátorský panel vyzve k přihlášení v případě, že pokud nenastalo přihlášení dříve.

Přihlašovací účty: Administrátor, Operátor, Seřizovač a Servis hydrauliky

Pokud je přihlášený operátor, může provádět pouze změnu **Tlak lisování STOP** na obrazovce nastavení parametrů 2 v rozmezí 200 až 250 barů. V přihlašovací úrovni seřizovač, má dosavadní oprávnění a možnost ovládání ventilu chladicí vody V105. V přihlašovací úrovni servis hydrauliky lze editovat veškeré parametry. Jako administrátor je možné provádět veškeré operace včetně nastavení týkající se vizualizačního panelu.



Obr. 5.2 Nastavení parametrů lisu (obrazovka1)



Obr. 5.2 Nastavení parametrů lisu (obrazovka2)

Obrazovka: Trendy

Po kliknutí na tlačítko s textem **Trendy** na hlavní obrazovce se přejde na obrazovku Volby trendů (obr.1.19), kde jsou zobrazena tlačítka sloužící pro přechod na obrazovku:

- Trendy proudů
- Trendy tlaků
- Trendy BQ a BT1
- Trendy dvojic válců BP6 a BP7
- Trend vrátných válců BP8



Obr. 5.2 Trendy

5.3 Hesla

Operátorský panel obsahuje čtyři úrovně přihlašování pomocí hesla. Uživatel je vždy přihlášen po dobu 5 minut, pak dojde k automatickému odhlášení.

1.Úroveň (administrátor)

- Možnost provádět veškeré operace na HMI panelu

2.Úroveň (operátoři)


- Možnost měnit hodnoty pouze pro výšku balíku a lisovacího tlaku.
- Lisovací tlak měnit v rozsahu od 200 do 250 bar.
- Možnost manuálního režimu nebo automatu.
- Zapnutí a vypnutí čerpadel a spuštění lisování.
- Zpřístupněny měření pouze na prohlížení

3.Úroveň (seřizovači)

- Vše z první úrovně
- možnost manuálního otevření ventilu V105 pro chladicí vodu.

4.Úroveň (Servis hydrauliky)

- Vše z druhé úrovně
- Nastavování tlaku 1. Dekomprese v rozmezí (60 až 130 bar)
- Nastavování tlaku 2. Dekomprese v rozmezí (5 až 30 bar)
- Možnost kalibrovat tlakové snímače BP1 až BP8(+ nebo – 1 až 5 bar)
- Možnost nastavit parametr pro vyhodnocování čerpadel, seřízení (10 až 40 bar) a nízký tlak (rozdíl 40 až 80 bar)
- Zpoždění hlídání ventilů 0,2 až 1 s (**SQ101** a **SQ102**)

Users						
	Name	Password	Automatic logoff	Logoff time	Number	Comment
	Administrator	*****		5	1	The user 'Administrator' is as
	Operator	*****		5	2	
	Seřizovač	*****		5	3	
	Seřizovač_hydrauliky	*****		5	4	

Obr. 5.3 Přihlašovací účty

5.4 Alarmy

Pokud dojde k alarmu, zobrazí se na popředí jakékoliv obrazovky alarmové okno s textem chybového hlášení. Potvrzení alarmu se provádí pomocí tlačítka v pravé části alarmového okna. Pokud nastane kritický alarm, který způsobí výpadek či zastavení linky, je také signalizován majákem umístěným na skříni s touch panelem. Jakmile dojde k takovému alarmu, na operátorském panelu se zobrazí červené tlačítko s textem RESET SIG. MAJÁKU. Po kliknutí tlačítko zmizí a maják zhasne. Tímto se potvrdí porucha a operátor je si vědom důvodu zastavení lisu indikovaného pomocí alarmu.

Stavy alarmu mohou být následující:

I – alarm trvá a není potvrzen

IO – alarm netrvá a není potvrzen

IA – alarm trvá a je potvrzen

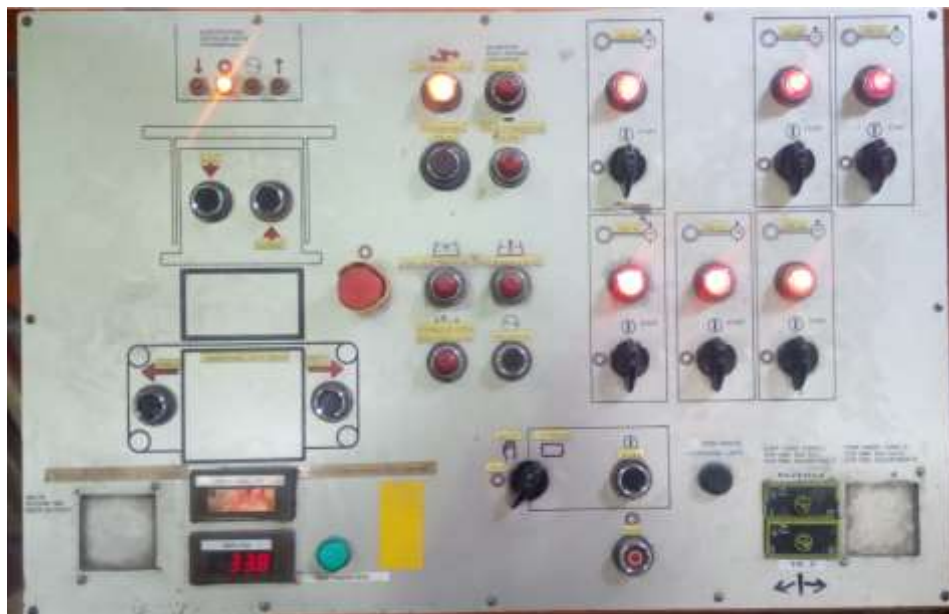
O počtu trvajících alarmů nás informuje žlutý trojúhelník s vykřičníkem umístěný v levém dolním rohu. Číslo pod trojúhelníkem nám udává počet trvajících alarmů potvrzených či nepotvrzených. Veškeré vizualizační alarmy, které mohou nastat jsou uvedeny v příloze HMI – alarmy.

6 Testování vytvořených aplikací, ověření funkčnosti hydraulického lisu

Testování PLC programu bylo prováděno pomocí simulátoru Siemes PLCSIM S7 V5.4, který může zkontrolovat správnou činnost vytvořeného programu a zároveň umožní vyladění programu bez nutnosti fyzického PLC systému. Následně se testovala vizualizační aplikace bez připojení vizualizačního panelu. Postupně jsme ověřili správnost veškerých HMI obrazovek, tlačítek apod.

Odladěný simulační program již se následně nahrál fyzicky do PLC a vizualizačního panelu. Poté se může začít testovat loop testy, kdy se ověřují veškeré signály z a do PLC. Binární signály vyhodnocují rozpojený/sepnutý obvod. U analogových signálů se testuje hodnota pomocí proudového kalibrátoru smyček v rozsahu 4-20 mA. Následně jsou testována alarmové hlášení a diagnostické poruchy.

Nyní se ověřují jednotlivé konstanty a časové parametry programu. Po zadání vstupních parametrů se testuje ruční režim řízení a následně automatický režim řízení. Poté se testuje ve vizualizaci správná činnost veškerých tlačítek a ukazatelů. Po kompletním odzkoušení následuje 30tidenní zkušební provoz. Během zkušebního provozu nebyly vypořádovány žádné fatální závady na činnosti lisu. Jen několik připomínek k samotné vizualizaci od operátorů výroby a následně se prováděly změny HMI během zkušebního provozu. Předchozí ovládací panel lisu měl být zrušen, ale po konzultaci s operátory výroby byl ponechán z důvodu rychlosti obsluhy lisu.



Obr. 6 Tlačítkový ovládací panel lisu

Pohony	Limit H [A]	Limit HH [A]	Filtrace ALM H [ms]	Filtrace ALM HH[ms]
P1	70	80	3000	3000
P2	70	80	3000	3000
P3	70	80	3000	3000
P4	70	80	3000	3000
P5	70	80	3000	3000
P9	70	80	3000	3000

Tab. 6 Nastavené limity čerpadel

Limity tlaku	Limit [bar]
Tlak lisování STOP	200
Tlak dekomprese 1 STOP	90
Tlak dekomprese 2 STOP	12
Rozdíl tlaků čerpadel 1	20
Rozdíl tlaků čerpadel 2	40
Rozdíl tlaků čerpadel 3	80
Mez rozdílu dekomprese 1	0
Mez rozdílu dekomprese 2	0

Tab. 6 Limity tlaků

Limity časovačů	Limit [ms]
Zpoždění vyhodnocování SQ101 zavření	200
Zpoždění vyhodnocování SQ102 zavření	200
Výdrž v tlaku po zalisování	500
Filtrace ALM teploty BT1 H	1000
Filtrace ALM teploty BT1 HH	1000

Tab. 6 Limity časovačů

Limity průtoku a teploty	Limit [cm/s]	Limit [°C]
Limit průtoku chladicí vody L	0	X
Limit průtoku chladicí vody LL	0	X
BT1 teplota oleje v potrubí H limit	X	70
BT1 teplota oleje v potrubí HH limit	X	75
Filtrace ALM teploty BT1 HH		

Tab. 6 Limity průtoků, teploty

Dodatečná kalibrace senzorů není třeba provádět, všechny senzory měří přesně.

7 Zhodnocení výsledků

Záměrem diplomové práce bylo vytvořit řízení a vizualizaci hydraulického lisu v továrně Lenzing Biocel Paskov a.s. Během rekonstrukce se vyměnil zastaralý řídicí systém Simatic řady S5 za nový Simatic řady S7. Hlavním důvodem bylo zvýšit účinnost hydraulického lisu a tím i rychlost lisování. Touto modernizací se snížily také provozní náklady a poruchovost hydraulického lisu. Veškeré pohony, ventily a většina měřících senzorů byla vyměněna za nové. Například zastaralé ventily hydraulického lisu na 230 V AC se vyměnily za cenově levnější moderní ventily na 24V DC.

Nový řídicí systém je nyní implementován na platformě Simatic S7-300 CPU315-2DP s vizualizací na touch panelu KTP1200 Basic DP. Po zkušebním provozu došlo k rozhodnutí, že k ovládání lisu bude využit starý řídicí panel z důvodu rychlejšího ovládání procesu. Vizualizační panel slouží jako diagnostický a informační. Při poruše se ověřuje prvotní příčina problému přes HMI panel bez nutnosti připojení PC na programovatelný automat.

Touto modernizací se nahradilo zastaralé řízení pomocí reléové logiky za řízení pomocí programovatelného automatu. Nový moderní ŘS je výrazně spolehlivější a výkonnější než zastaralý řídicí systém. Řídicí program je vytvořen v programovacím prostředí Tiaportal V13 SP2 od firmy Siemens. Vizualizační panel je implementován v programovém prostředí WIN CC V13.

Řídicí systém komunikuje s nadřazeným systémem dopravníkového pásu. Touto komunikací pomocí put/get je zajištěno, že vždy bude balík pod lisem. Tato podmínka musí být zajištěna z důvodu bezpečnosti. Hydraulický lis také zasílá data nadřazenému systému pro management provozu celé balící linky.

Mnou navržená diagnostika pomocí časovačů bude uvedena do provozu a odzkoušena během následující odstávky činnosti lisu. Pomocí vyhodnocování maxima doby trvání přechodu do jiného kroku programu v cyklu lisování se zajistí synchronní diagnostika chyb hydraulického lisu.

Ověření řídicího programu bylo provedeno v reálném provozu. V současné době je hydraulický lis v provozu nepřetržitě 4 měsíce a funguje bez jediné závady. Tato rekonstrukce přibližuje hydraulický lis na standard Industry 4.0.

Cílem práce je vytvořit řídicí systém s vizualizací dat na operátorském panelu pro hydraulický lis balící linky v továrně Lenzing Biocel Paskov a.s. Mohu konstatovat, že požadavky na projekt byly splněny, jak ze strany zhotovitele, tak ze strany zadavatele.

8 Literatura.

- [1] Firemní materiály podniku Lenzing Biocel Paskov a.s., Veřejnosti nedostupné.
- [2] Firemní materiály, Sunds, dostupné na přiloženém CD ve složce Datasheety, Hydraulický lis PAM 1000.pdf
- [3] JONES, Clarence T. *STEP 7 Programming Made Easy in LAD, FBD, and STL – A Practical Guide to Programming S7-300/S7-400 Programmable Logic Controllers*. Patrick – Turner Publishing, 2013. ISBN 987-1889101040.
- [4] BERGER, Hans. *Automating with STEP 7 in LAD and FBD: SIMATIC S7-300/400 Programmable Controllers*. Publicis Erlangen, 2012. ISBN 987-3895784101.
- [5] www.ac-fluid.co.uk: Level and temperature switch nivotemp NT-M[online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: http://www.ac-fluid.co.uk/doc/de100211_NT_M.pdf
- [6] www.belimo.cz: Spojitý otočný pohon pro 3 cestné ventily [online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: https://www.belimo.cz/store/t5_nr24a-sr_cz_v10_022009.pdf
- [7] Firemní materiály, Rexroth, dostupné na přiloženém CD ve složce Datasheety, Ventily, RCZ21010.pdf
- [8] Firemní materiály, Rexroth, dostupné na přiloženém CD ve složce Datasheety, Ventily, Rcz23178 Rozvaděče DN 6.pdf
- [9] www.metra-su.cz: Termostaty řady TH 140 [online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: <http://www.metra-su.cz/index.php?ID=55>
- [10] www.ifm.com: Tlakový senzor PT5400 [online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: <https://www.ifm.com/cz/cs/product/PT5400>
- [11] www.pdb2.turck.de: Snímač průtoku FCS-G1/2A4P-LIX-H1141 [online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: http://pdb2.turck.de/repo/media/_cz/Anlagen/Datei_EDB/edb_6870056_ces_cz.pdf

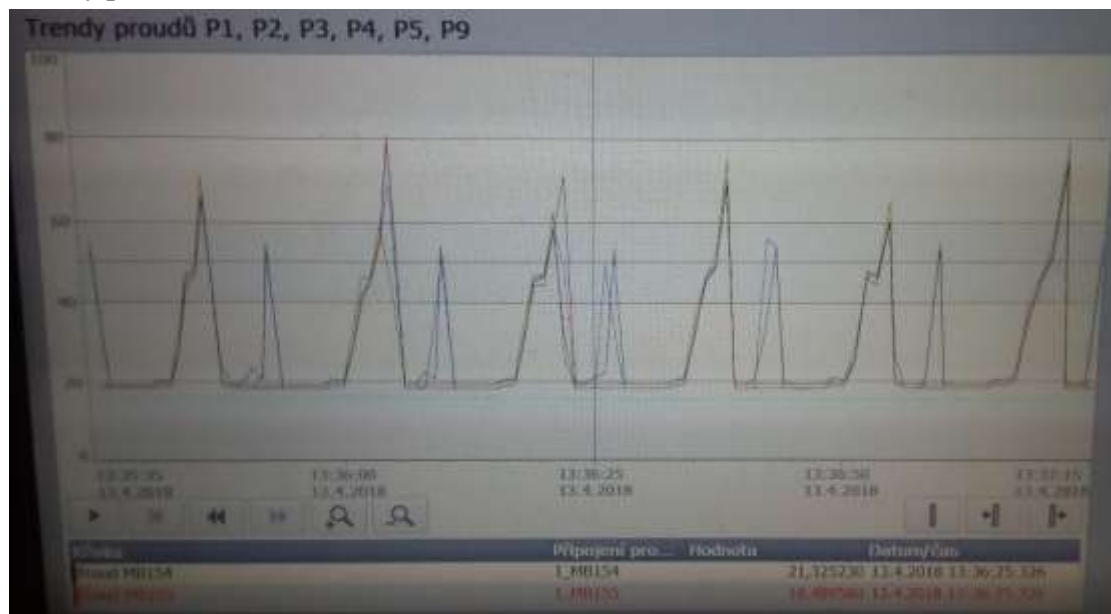
- [12] www.ghvtrading.cz: Měřicí transformátor proudu [online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: https://www.ghvtrading.cz/rozvadecove-pristroje/transformatory-proudu/merici-nasuvne/ask21_3.html
- [13] www.gmc.cz: Převodní střídavého proudu Sineax I538 [online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: <http://www.gmc.cz/download/pdf/Industry/I538.pdf>
- [14] www.siemens.cz: PLC simatic S7 - 300 [online]. 2018 [cit.2018-3-15] Dostupný z WWW: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=ee5ad951ae&ctxp=home>
- [15] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC: Controllers, Software, Programing, Data*. Publicis Erlangen, 2013. ISBN 987-3895783876.
- [16] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC S7-300 inside TIA Portal: Configuring, Programming and Testing with STEP 7 Professional V11*. Wiley VHC, 2012. ISBN 987-3895783821.

9 Seznam příloh

9	Seznam příloh	62
A	Příloha 1 – Trendy tlaků a proudů	63
B	Příloha 2 – Trend BQ, BT, BP6, BP7	64
C	Příloha 3 – Trend BP8	65
D	Příloha 4 – Obsah cd.....	66

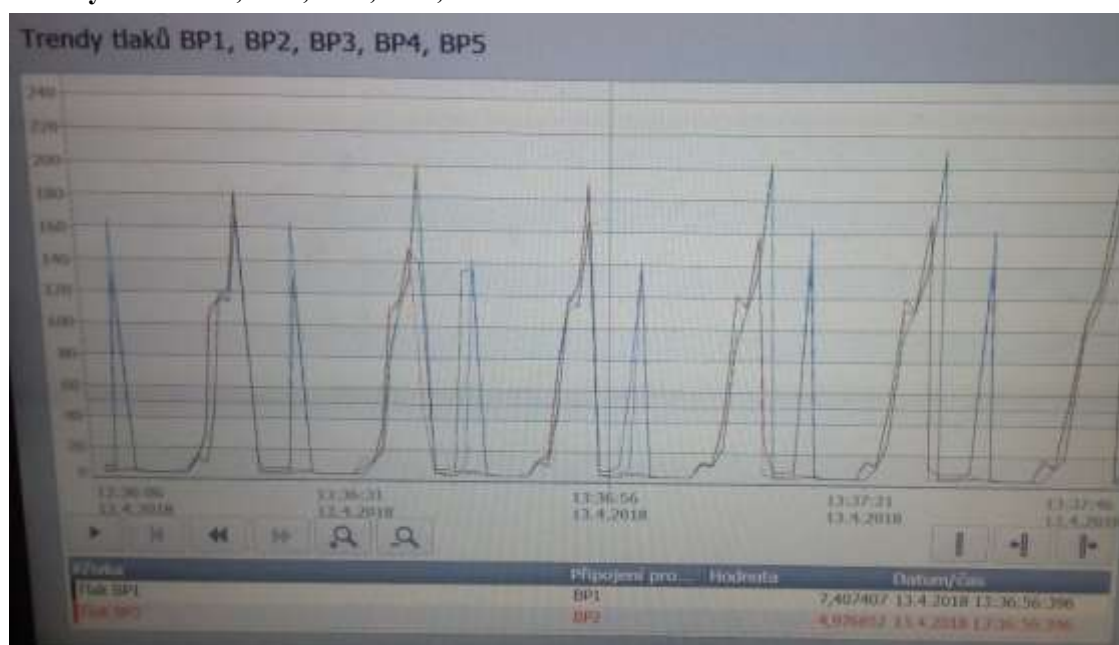
A Příloha 1 – Trendy tlaků a proudů

Trendy proudů P1, P2, P3, P4, P5, P9



Obr. 9.1 Trendy proudů P1, P2, P3, P4, P5, P9

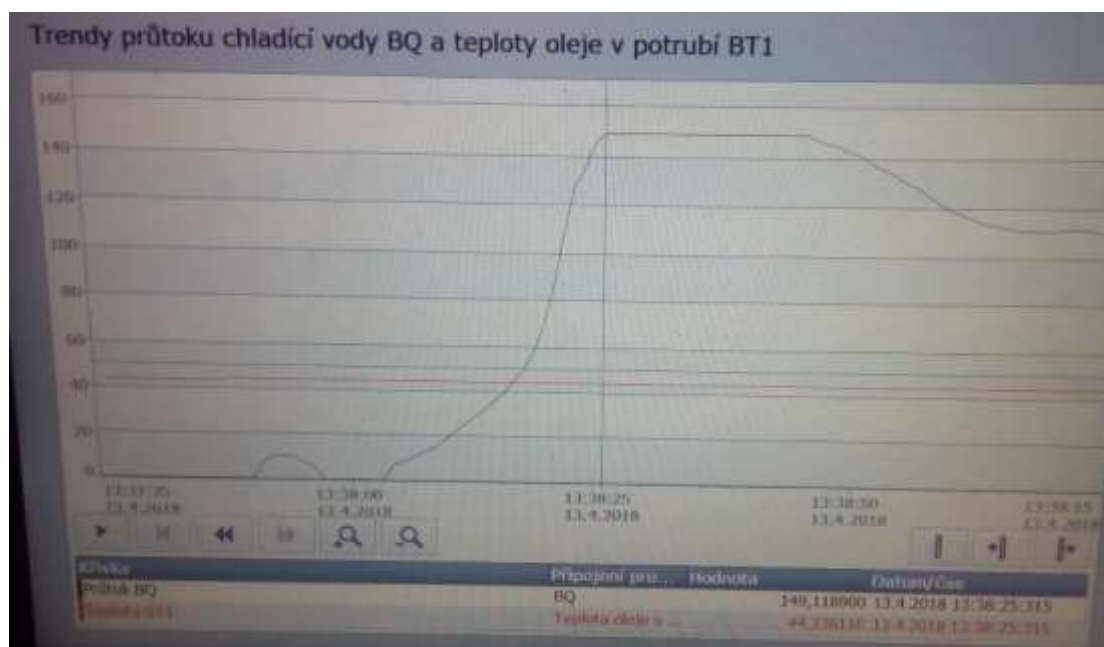
Trendy tlaků BP1, BP2, BP3, BP4, BP5



Obr. 9.1 Trendy tlaků BP1, BP2, BP3, BP4, BP5

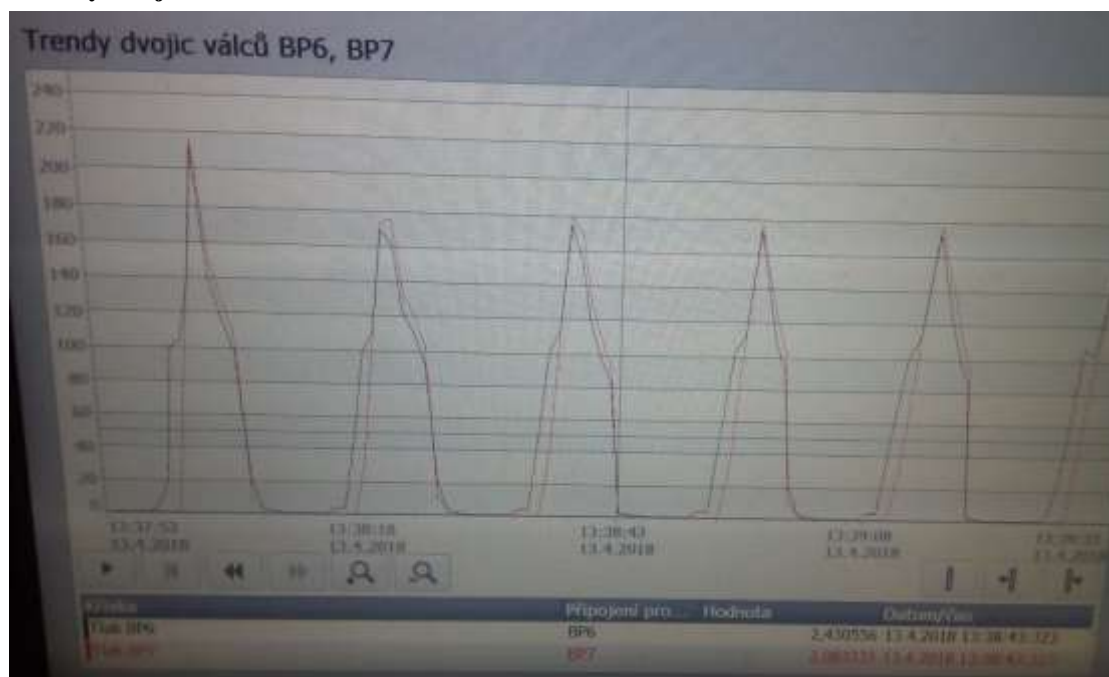
B Příloha 2 – Trend BQ, BT, BP6, BP7

Trendy průtoku chladicí vody BQ a teploty oleje v potrubí BT1



Obr. 9.2 Trendy průtoku chladicí vody BQ a teploty oleje v potrubí BT1

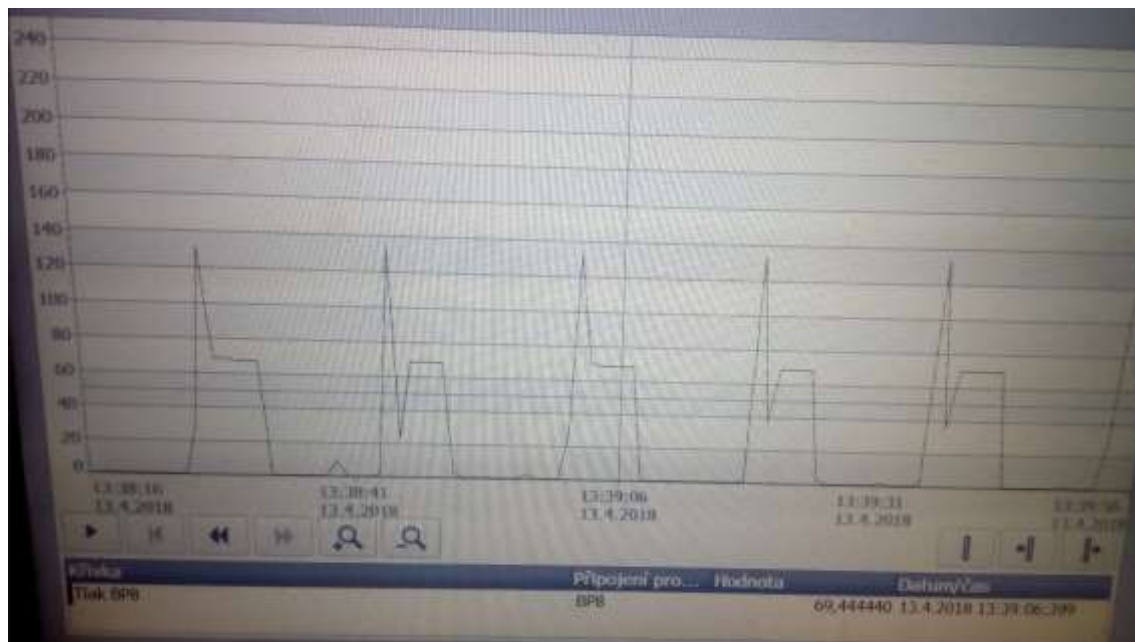
Trendy dvojic válců BP6 a BP7



Obr. 9.2 Trendy dvojic válců BP6, BP7

C Příloha 3 – Trend BP8

Trend vrátných válců BP8



Obr. 9.3 Trend vratných válců BP8

D Příloha 4 – Obsah cd

- Datasheety
- PLC program
- HMI alarmy